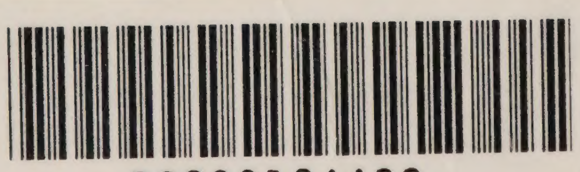




Boedeker (C.W.)
Über das Alcapton
see pp 130-145
GM 3913

First account of
alkaptonuria
pp 130-145

ZEITSCHRIFT

FÜR

RATIONELLE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. J. HENLE,
Professor der Anatomie in Göttingen,

UND

Dr. C. v. PFEUFER,
Königl. Bair. Ober-Medicinalrath und Professor der speciellen Pathologie und Therapie und der medicinischen Klinik in München,

---

Dritte Reihe. VII. Band.

Mit acht Tafeln.

LEIPZIG & HEIDELBERG.
C. F. WINTER'SCHE VERLAGSHANDLUNG.
1859.

Inhalt des siebenten Bandes.

Erstes Heft.

Seite

Untersuchungen über die Verdauung der Eiweisskörper. Von *G. Meissner*. 1

Die Bewegungen der Handwurzel. Von Dr. *W. Henke*, Privatdocenten in Marburg. (Hierzu Tafel I.) 27

Der symptomatische Knieschmerz bei Coxitis chronica. Von Dr. *v. Schleiss*, Leibchirurg Sr. Maj. des Königs von Bayern 43

Die Bewegungen des Kopfes in den Gelenken der Halswirbelsäule. Von Dr. *W. Henke*, Privatdocenten in Marburg. (Hierzu Tafel II.) . . 49

Unterscheidung von Erhöhungen und Vertiefungen unter dem Mikroskope. Von Dr. *H. Welker*. 63

Ueber die Communication der vierten Hirnhöhle mit dem Subarachnoideal-raume. Von Prof. *H. Luschka* in Tübingen 68

Das Foramen jugulare spurium und der Sulcus petroso-squamosus des Menschen. Von demselben Verfasser 72

Stichwunde in den Mastdarm. Vierjähriges Siechthum. Blasenstein mit einem Knochenfragment als Kern. Von Prof. Dr. *Buhl* in München. 82

Untersuchungen über den Tastsinn. Von *G. Meissner*. I. Abtheilung. (Hierzu Tafel II. A.) 92

Ueber die Function des pankreatischen Saftes. Von *L. Corvisart*. . . 119

Ueber eine eigenthümliche Wirbelanomalie. Von Dr. *Ch. Aeby*, Prosector in Basel. (Hierzu Tafel III.) 123

Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium des phys. Institutes zu Göttingen. Von Prof. *Boedeker*. 127

Ein ungewöhnlicher Fall von Missbildung am weichen Gaumen. Von Dr. *Wolters* in Göttingen. (Hierzu Tafel IV.) 156

Ueber Bleivergiftungen durch Schnupftabak. Von *Wilh. Wicke*. . . 158

Zweites Heft.

Ueber Thrombose der Hirn-Sinus. Von Prof. *Th. v. Dusch* in Heidelberg 161

Ueber Nervenneubildung in einem Neurom. Von Dr. *August Weismann* in Frankfurt a. M. (Hierzu Tafel V.) 209

Die Muskelkrämpfe bei der Nervenvertrocknung. Von Prof. Dr. *Harless* in München 219

Seite

Ueber die Gelenkverbindung zwischen Schulterkamm und Acromion. Von Dr. *H. Ruge* in Göttingen. (Hierzu Tafel VI.) 258

Die Aufhängung des Armes in der Schulter durch den Luftdruck. Von Dr. *W. Henke* 263

Ueber die sogenannten Wrisberg'schen Knorpel und über ein neues Knorpelpaar des menschlichen Kehlkopfes. Von Prof. *H. Luschka* in Tübingen. (Hierzu Tafel VII.) 269

Beschreibung eines neuen Muskels und mehrerer Muskel- und Knochenvarietäten. Von *Julius Budge,* Professor in Greifswalde. (Hierzu Tafel VIII.) 273

Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung. Von Dr. *Wilh. Wundt.* Zweite Abhandlung. Zur Geschichte der Theorie des Sehens . . 279

Geröstete Maulwürfe als Geheimmittel gegen Epilepsie. Ein medicinisches Curiosum der Gegenwart. Von Prof. Dr. *C. Schmidt* in Dorpat. 318

Drittes Heft.

Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung. Von Dr. *Wilhelm Wundt.* Dritte Abhandlung. Ueber das Sehen mit Einem Auge 321

Chemische Notizen. Von Dr. *W. Krause.* 397

Untersuchungen über die Verdauung der Eiweisskörper.[1])

Von

G. Meissner.

1. Verdauung der Eiweisskörper durch den Magensaft.

Der Hauptzweck bei meinen Versuchen war, die Produkte, welche durch die Einwirkung des Magensaftes auf Eiweisskörper entstehen, näher kennen zu lernen. Daher wurde zur Darstellung künstlichen Magensaftes bei den meisten Versuchen nicht ein Auszug aus frischer Magenschleimhaut verwendet, sondern Pepsin, wie es jetzt im Grossen dargestellt wird und in den Apotheken käuflich ist. Dieses käufliche Pepsin ist aus nahe liegenden praktischen Gründen mit Amylum versetzt, im Uebrigen aber rein und sehr wirksam. Die von mir benutzte Substanz (aus Paris stammend) enthielt 10⁰/₀ Pepsin. Kommt es darauf an, so kann das Pepsin durch Auflösen in Wasser leicht von dem Amylum getrennt werden. Der künstliche Magensaft, dessen ich mich bediente, enthielt meistens 2—4 Mgrm. Pepsin in 100 C. C. Flüssigkeit und 0,08—0,2⁰/₀ Chlorwasserstoff. Zum Ueberfluss mag auch noch angeführt werden, dass Pepsinlösung allein ebensowenig, wie verdünnte Salzsäure allein irgend einen verdauenden Einfluss auf Eiweisskörper ausübten. Eine grössere Menge Pepsin beschleunigte den Verdauungsprocess. Controlversuche wurden angestellt mit künstlichem Magensaft, der nach der gewöhnlichen, bisher angewendeten Methode, Auszug der Magenschleimhaut des Kalbes, des Schweins mit Säurezusatz, dar-

[1]) Diese Untersuchungen wurden im Frühjahr 1858 begonnen, und ein Theil der Ergebnisse wurde auf der Naturforscherversammlung in Karlsruhe im Herbst 1858 mitgetheilt.

gestellt war, und so wurde festgestellt, dass die Produkte der Verdauung durch jenen mit reinem Pepsin dargestellten Saft die gleichen sind. Dass die von mir angewendete Methode in mehrfacher Hinsicht Vortheile gewährt, bedarf keiner Auseinandersetzung. —

Mialhe beschrieb bekanntlich zuerst unter dem Namen Albuminose das durch die Einwirkung des Magensaftes aus Eiweisskörpern entstehende Verwandlungsprodukt: er hielt diese Albuminose für identisch bei allen Eiweisskörpern, charakterisirte sie als leicht löslich in Wasser, in wässrigem Alkohol, unlöslich in absolutem Alkohol, nicht fällbar durch Kochen und durch Säuren.

Lehmann untersuchte dann diese Albuminose, nannte sie Pepton und erkannte, dass dieser Körper nicht bei allen Eiweisskörpern vollkommen der gleiche ist, dass es mehre Peptone giebt. Er charakterisirte die Peptone dadurch, dass sie aus der wässrigen Lösung durch Gerbsäure, Quecksilberchlorid, basisch essigsaures Bleioxyd, nicht aber durch andere Metallsalze, nicht durch concentrirte Mineralsäuren, nicht durch Blutlaugensalz aus der essigsauren Lösung gefällt werden; dass sie leicht lösliche Verbindungen mit Alkalien und Erden eingehen. Den Schwefelgehalt der Peptone fand Lehmann gleich dem der Muttersubstanzen, so wie auch die Art, wie der Schwefel in beiden enthalten ist, nach Lehmann die gleiche ist. Auch die Elementarzusammensetzung ist gleich der der Muttersubstanzen. Eine besonders physiologisch wichtige und interessante Eigenschaft der Peptonlösungen ist ihre grosse Diffusibilität, gegenüber der sehr geringen genuiner Eiweisskörper, ein Gegenstand, den vor Kurzem Funke (Ueber das endosmotische Verhalten der Peptone. Archiv für pathol. Anat. u. Physiol. XIII.) genauer verfolgt hat. —

Meine eigenen Untersuchungen, welche aus einer ziemlich beträchtlichen Zahl von Versuchen bestehen, bestätigen zunächst, dass die Peptone mit den von Lehmann angegebenen Eigenschaften entstehen; sie ergeben aber weiter, dass neben dem Pepton bei der Verdauung des Albumins, des Caseins, des Syntonins, des Klebers, des Fibrins, kurz aller eigentlichen Eiweisskörper ein zweites Verdauungsprodukt in keinesweges zu vernachlässigender Menge entsteht, welches den bisherigen Untersuchungen entging. Ich nenne dieses zweite Verdauungsprodukt, oder besser Produkt der Zerlegung, Spaltung der Eiweisskörper: Parapepton.

Wird die saure Magensaftlösung irgend eines Eiweisskörpers sehr vorsichtig neutralisirt oder besser nur bis zu

einem bestimmten sehr geringen Säuregrade, der unten genauer angegeben werden soll, neutralisirt durch Zusatz von verdünnter Kali- oder Natronlauge, so fällt ein Körper in zarten weissen Flocken nieder, welche sich, wenn der richtige Punkt der Neutralisation getroffen wurde, alsbald zu einem ansehnlichen Bodensatz absetzen, von welchem die klare Lösung sich gut abfiltriren lässt. Der Niederschlag löst sich in dem geringsten Ueberschuss von Säure oder Alkali rasch wieder auf oder wird wenigstens schleimig. Verfährt man bei der Neutralisation nicht mit äusserster Vorsicht, so fällt der Körper gar nicht aus, kündigt sich kaum durch vorübergehende leichte Trübung an, selbst wenn man den richtigen Punkt nur um sehr Weniges überschritten hat. Dieser Körper, der in beträchtlicher Menge vorhanden ist, gehört in die Reihe der indifferenten stickstoffhaltigen Körper, wie sich weiterhin herausstellen wird, in die Gruppe der Eiweisskörper: er entsteht neben dem bei jener Neutralisation in Lösung bleibenden Pepton und gleichzeitig mit diesem aus der Muttersubstanz, durch Spaltung derselben: dieser Körper ist das Parapepton.

Die Parapeptone der verschiedenen Eiweisskörper scheinen wohl in allen wesentlichen Eigenschaften ähnlich unter einander zu sein, aber identisch sind sie nicht, so wie auch die Peptone es nicht sind. Von Unterschieden wird unten die Rede sein. —

Zur näheren Untersuchung des Parapeptons und Peptons wurde aus mehren Gründen hauptsächlich das des Hühnereiweisses benutzt, und zwar wurde durch Kochen fest geronnenes Albumin in Verdauung gegeben. Die folgenden Angaben beziehen sich zunächst auf die Verdauungsprodukte dieses Eiweisskörpers. (Nicht coagulirtes Albumin liefert ganz dieselben Verdauungsprodukte, eignet sich aber nicht so gut zu Versuchen, weil sich das nicht Verdauete schwerer erkennen und trennen lässt).

Das Parapepton, auf die oben angegebene Weise aus der sauren Lösung ausgefällt, stellt getrocknet eine fast weisse pulverisirbare Masse dar. Im Wasser ist das Parapepton unlöslich; mit Salzsäure (und anderen Säuren) geht es im Wasser und in verdünnten Säuren leicht lösliche sauere Verbindungen ein; ebenso verbindet sich das Parapepton mit Alkalien zu im Wasser und Alkalien leicht löslichen Verbindungen. Diese Verbindungen mit Säure oder Alkali sind es, welche aus der salzsauren oder alkalischen Lösung durch Alkohol und Aether, aber nicht durch absoluten Alkohol allein, in weissen Flocken

gefällt werden. Die Verbindungen des Parapeptons mit Säuren sind unlöslich in Wasser, welches eine gewisse Menge eines neutralen Alkalisalzes aufgelöst enthält. Setzt man zu einer salzsauren Parapeptonlösung eine concentrirte Lösung von Kochsalz oder Chlorkalium, so entsteht bei einem gewissen Procentgehalt der Lösung an Salz eine Trübung, welche bei weiterem Salzzusatz zu einem feinflockigen Niederschlag wird. Dieser Niederschlag ist salzsaures Parapepton, welches im reinen Wasser leicht löslich ist. Die Menge des neutralen Salzes, die nöthig ist, um das salzsaure Parapepton auszufällen, richtet sich bis zu einem gewissen Grade nach der Menge der Salzsäure, in welcher das Parapepton gelöst ist. Aus einer Parapeptonlösung, welche 0,15% HCl enthält, fällt das salzsaure Parapepton aus, wenn etwa 3—3,5% Chlornatrium oder Chlorkalium in Lösung sind. Es bedurfte aber auch eines Gehalts von 3% KCl, um das salzsaure Parapepton aus einer Lösung in 0,016% HCl auszufällen. Aus einer Lösung in 0,46% HCl fiel das salzsaure Parapepton aus bei einem Gehalt von 4,5—5,5% KCl. Aus einer Lösung in 0,9% HCl fiel das salzsaure Parapepton aus bei einem Gehalt von 5—7% KCl. Die Zahlen des Procentgehalts an Chlorkalium schwanken stets zwischen ziemlich weiten Gränzen, was daher rührt, dass lange bevor das salzsaure Parapepton in deutlichen Flocken ausfällt, eine schleimige Trübung eintritt, so dass es schwer ist, den richtigen Moment genau zu erkennen. Immerhin bedarf es, wie man sieht, eines ziemlich beträchtlichen Gehalts an neutralem Salz, damit das salzsaure Parapepton unlöslich wird. Aus der alkalischen Lösung wird durch Zusatz neutraler Salze Nichts gefällt.

Man darf nun nicht vermuthen, es möchte die anfangs angegebene Art der Ausfällung des Parapeptons aus der Verdauungsflüssigkeit auch darauf beruhen, dass salzsaures Parapepton in neutralen Alkalisalzen unlöslich ist. Der Vorgang ist dabei ein anderer. Zwar fällt Parapepton bei allmäliger Neutralisation der sauren Lösung aus, wenn noch eine geringe Menge freier Säure vorhanden ist; aber das, was gefällt wird, ist nicht leicht lösliches salzsaures Parapepton, sondern unlösliches Parapepton, und die Salzmenge, welche bei der Neutralisation entsteht und also in Lösung ist, wenn das Parapepton ausfällt, ist viel zu gering, als dass sie hinreichte, um salzsaures Parapepton auszufällen. Wir müssen folgende quantitative Versuche betrachten.

Als eine Parapeptonlösung, die 0,15% HCl enthielt, soweit neutralisirt war, dass noch 0,015% freie Salzsäure darin war,

fiel das Parapepton aus: dabei waren noch nicht ganz 0,3 % Chlorkalium in Lösung. Wenn man aber Parapepton auflöst in Wasser, welches die in diesem Versuch übrig bleibende Säuremenge, nämlich 0,015 % HCl enthält, und dann zu der Lösung Chlorkaliumlösung hinzufügt, so bedarf es des zehnfachen Gehalts der Flüssigkeit an KCl, nämlich etwa 3 %, damit salzsaures Parapepton gefällt wird, und reines Parapepton kann auf diese Weise überhaupt nicht gefällt werden. Derartige Versuche habe ich, da mich diese Verhältnisse anfangs überraschten und ich Täuschungen vermuthete, vielfach angestellt, mit Lösungen von verschiedenem Säuregehalt, aber stets habe ich das nämliche Resultat erhalten. Wir haben es hier mit einer eigenthümlichen Wirksamkeit des neutralen Alkalisalzes, wenn es im Entstehen begriffen ist, zu thun. Parapepton löst sich in Wasser mit 0,015 % HCl; setzt man fertiges Chlorkalium hinzu, so fällt salzsaures Parapepton aus bei einem Gehalt von etwa 3 % KCl; dagegen bewirkt ein Gehalt von 0,3 % KCl keine Fällung, salzsaures Parapepton bleibt in Lösung. Entsteht dagegen Chlorkalium auf Kosten der Salzsäure, welche das Parapepton in Lösung hält und zum Theil mit diesem in lockerer Verbindung ist, so bewirkt dieses im Entstehen begriffene Salz, sobald die freie Säuremenge bis auf ein gewisses Minimum abgenommen hat, welche Säuremenge jedoch für sich allein im nicht salzhaltigen Wasser das Parapepton zu lösen vermag, ziemlich plötzlich vollständige Zerlegung der Verbindung des Parapeptons mit der Salzsäure, so dass das Parapepton in der noch deutlich sauren Flüssigkeit unlöslich niederfällt. Ich habe folgenden Versuch angestellt: eine salzsaure Parapeptonlösung wurde soweit neutralisirt, dass es nur noch eines Minimums von Kalilauge bedurft hätte, um das Parapepton zu fällen; setzte ich nun Chlorkaliumlösung hinzu, so bedurfte es einer Menge des fertigen Salzes, nicht kleiner fast, als hätte ich von Anfang an nur Chlorkaliumlösung zugesetzt, und endlich fiel salzsaures Parapepton, nicht unlösliches Parapepton aus. Bei Lösungen ein und desselben Parapeptons ist der Säuregrad, bis zu welchem man neutralisiren muss, damit Parapepton ausfällt, ein nur in engen Gränzen schwankender, mochte die ursprüngliche Lösung 0,15 % HCl oder 0,46 % HCl, oder eine dazwischen liegende Menge enthalten; für Eiweissparapepton tritt unter den besprochnen Umständen das Unlöslichwerden ein, wenn noch 0,025 — 0,015 % HCl frei sind; der Salzgehalt der Lösung ist dabei ungefähr 0,3 — 0,8 %, ist aber die ursprüngliche Säuremenge bedeutend grösser als 0,46 % oder bedeutend kleiner, als

0,15⁰/₀, so machen sich deutlicher Differenzen bemerklich in dem Säuregrade, bis zu welchem man neutralisiren muss, indem nämlich dann die beträchtlicheren Differenzen in dem Gehalt an Chlorkalium (oder Chlornatrium), das entsteht, in Betracht kommen. So fiel aus einer Lösung, die 0,9⁰/₀ HCl enthielt, bei allmäliger Neutralisation das Parapepton aus, als noch 0,04⁰/₀ freier HCl in Lösung war; dagegen bedurfte es bei einer Lösung mit nur 0,016⁰/₀ HCl grade der vollständigen Neutralisation, um das Parapepton auszufällen. Dieses Alles, was ich, wenn es nöthig erschiene, durch eine ganze Reihe von Versuchen belegen könnte, wird verständlich, sobald die eigenthümliche Wirksamkeit des im Entstehen begriffenen und dadurch das salzsaure Parapepton zerlegenden Salzes in Betracht zieht.

Die Parapeptone der verschiedenen Eiweisskörper unterscheiden sich nun aber unter Anderm darin, dass, so scheint es, ihre Verbindungen mit Salzsäure nicht alle mit gleicher Leichtigkeit bei Zusatz von Alkali zerlegt werden, so dass also das eine Parapepton bei einer grösseren rückständigen Menge freier Säure schon herausfällt, als die ist, bei der ein anderes Parapepton unlöslich wird, während die entstandene Salzmenge ungefähr gleich in beiden Fällen ist, und es giebt auch Parapeptone, welche erst aus der ganz neutralen Flüssigkeit herausfallen. So bedarf das Parapepton des Syntonins (vermischt mit dem des Albumins, wie man es aus Fleisch unmittelbar erhält) eines etwas geringeren rückständigen Säuregrades, um auszufallen, als das Albuminparapepton; es fällt in schmutzig gelben Flocken aus. Auch das Parapepton des Caseins bedarf eines geringeren rückständigen Säuregrades, fällt in sehr feinen Flocken am besten aus der ganz neutralen Flüssigkeit; dagegen fällt das Parapepton des Klebers und namentlich das des Blutfibrins aus einer noch stärker sauren Flüssigkeit bei allmäliger Neutralisation aus; das Parapepton des Blutfibrins wurde schon unlöslich, als noch etwa 0,04⁰/₀ HCl frei waren, und begann in der ganz neutralen Flüssigkeit schon wieder schleimig zu werden, was auf besondere Eigenthümlichkeiten dieses Fibrinparapeptons deutet, die ich jedoch noch nicht näher untersucht habe; auch bildet das Fibrinparapepton auf dem Filter stark klebrige braune Massen, die sich nicht pulverisiren lassen. —

Aus der essigsauren Lösung wird das Parapepton durch gelbes und rothes Blutlaugensalz gefällt. Ferner wird das Parapepton gefällt durch schwefelsaures Kupferoxyd, durch Quecksilberchlorid, durch salpetersaures Quecksilberoxydul, durch

basisch-essigsaures Bleioxyd, durch Gerbsäure, nicht aber durch absoluten Alkohol: dass Alkohol und Aether die Verbindungen des Parapeptons mit Salzsäure und Alkali fällen, ist schon angegeben. Verdünnte Mineralsäuren lösen das Parapepton: näher untersucht wurde das Verhalten zu Salzsäure. Wasser, welches etwa 0,015% Salzsäure enthält, löst das Parapepton, dagegen wurde es nicht mehr oder nur äusserst wenig gelöst, als diese verdünnte Säure noch stark verdünnt wurde, und dem entsprechend fällt das Parapepton aus einer nicht zu verdünnten und nicht zu sauren Lösung durch blosses Verdünnen mit Wasser aus.

Nach der anderen Seite löst sich das Parapepton auch im Wasser, welches etwa 3% HCl enthält. Ist aber mehr freie Säure vorhanden (ähnlich ist das Verhalten auch bei Salpetersäure), so wird das Parapepton gefällt, löst sich aber dann wieder bei einem gewissen Ueberschuss in den concentrirten Mineralsäuren. Die Lösungen in verdünnter Salzsäure werden durch Erhitzen nicht verändert; sie sind stets mehr oder weniger opalisirend, und zwar um so mehr, je verdünnter die Säure ist. Von dieser Opalescenz der salzsauren Parapeptonlösung rührt es auch her, dass die Magensaft-Eiweisslösung stets opalisirend ist; ist das Parapepton vollständig ausgefällt, so ist die übrigbleibende Peptonlösung ganz wasserhell; man kann darnach recht gut beurtheilen, ob die Ausfällung des Parapeptons vollständig erfolgte. Salzsaures Parapepton bildet auf dem Filter weisse glänzende klebende Massen. Die Lösung des Parapeptons in concentrirter Salpetersäure hat eine intensiv gelbe Farbe, die namentlich in der Wärme deutlich hervortritt, giebt also die Reaction der sogenannten Xanthoproteinsäure. Mit Millon's Reagens giebt das Parapepton die Reaction der Eiweisskörper, welche Eiweisspepton nicht giebt. Die schöne blau-violette Färbung, welche mit allen genuinen Eiweisskörpern in alkalischer Lösung bei Zusatz von schwefelsaurem Kupferoxyd entsteht, von welcher unten noch weiter die Rede sein wird, entsteht mit den frisch gefällten und in Alkali gelösten Parapeptonen nicht, ebensowenig mit den Peptonen. So wie das Parapepton mit Alkalien leicht lösliche Verbindungen eingeht, so auch mit den Erden (dargestellt wurde die Barytverbindung), Eigenschaften, die das Parapepton mit den Peptonen theilt. Einen Theil des Schwefels enthält das Parapepton in leicht abscheidbarer Form, wie die genuinen Eiweisskörper. Eine Elementaranalyse des Parapeptons kann vor der Hand noch nicht mitgetheilt werden. —

Es unterliegt nach dem angegebenen Verhalten wohl keinem Zweifel, dass das Parapepton der Gruppe der Eiweisskörper zugezählt werden muss. Es fragt sich nun, welche Bedeutung dem Körper zu vindiciren sei, als was er betrachtet werden müsse. Zwischen drei Möglichkeiten muss entschieden werden; das Parapepton könnte sein:

1. eine Vorstufe des Peptons,
2. ein Verwandlungsproduct des Peptons,
3. ein neben dem Pepton entstehendes Spaltungsproduct des Eiweisskörpers.

Was die beiden ersten Möglichkeiten betrifft, so liegen folgende Versuchsresultate zur Beurtheilung vor.

Bei jeder Art von künstlichem Magensaft, der überhaupt verdauende Wirkung hat, entsteht neben Pepton das Parapepton: wo es Pepton giebt, giebt es auch Parapepton. Das Parapepton ist nachzuweisen von dem Augenblicke an, da Auflösung des Eiweisskörpers stattfindet, und seine Menge wächst mit der Menge des Aufgelösten in ganz bestimmtem Verhältniss. Das Parapepton ist ferner vorhanden und bleibt im maximo vorhanden, nachdem die Verdauung (Auflösung) des Eiweisskörpers völlig beendigt ist.

Parapepton, rein dargestellt, wurde für sich allein wiederholt der Einwirkung frisch bereiteten Magensaftes, mit grossem Ueberschuss des letzteren, ausgesetzt; es wurden viele verschiedene Säuregrade, verschiedener Pepsingehalt des Magensaftes versucht: stets war nach noch so lange (natürlich innerhalb gewisser Grenzen) fortgesetzter Digestion das zwar in der verdünnten Säure bald gelöste Parapepton durch Neutralisation unverändert vollständig wieder auszufällen; nie fand sich auf diese Weise Parapepton in Pepton verwandelt.

Pepton und Parapepton sind zu jeder Zeit in gleichem Verhältniss in Lösung, die Summe des Peptons und des Parapeptons ist nahezu gleich der Menge des verdaueten (gelösten) Eiweisses.

Das fest geronnene Albumin eines Eies wurde in nahezu 12 Stunden vollständig gelöst in 350 C. C. Magensaft mit 0,18% HCl und 0,004% Pepsin. Die Menge des Parapeptons verhielt sich zu der des Peptons = 1 : 2. Dasselbe Mengenverhältniss ergab sich in einem ganz ähnlichen Versuche, nachdem die Verdauung erst 2—3 Stunden im Gange gewesen war und ein kleiner Theil des Eiweisses erst verdauet war, und wiederum das gleiche Mengenverhältniss, nachdem die Hälfte des Eiweisses nach etwa 5 Stunden aufgelöst war. Auch bei der Verdauung von Fleisch war

das Mengenverhältniss des Parapeptons zum Pepton ungefähr = 1 : 2.

Diese Thatsachen scheinen hinlänglich zu beweisen, dass das Parapepton weder eine Vorstufe des Peptons bei der Magenverdauung ist, ein Körper, der etwa durch weitere Einwirkung des Magensaftes in Pepton noch verwandelt würde, noch ein wegen unzureichender Wirksamkeit des gerade verwendeten Magensaftes übrig bleibender Rest des Eiweisskörpers, der etwa bei Benutzung eines andern Magensaftes auch in Pepton würde verwandelt sein, noch auch ein Verwandlungsproduct, am wenigsten ein Fäulnissproduct des Peptons. Die Behauptung scheint daher gerechtfertigt zu sein, dass das Parapepton ein neben und gleichzeitig mit dem Pepton bei der Verdauung durch Magensaft entstehendes Spaltungsproduct der Eiweisskörper ist, welches durch Magensaft nicht weiter verändert werden kann[1]).

Hat man eine Quantität geronnenen Albumins durch den mit reinem Pepsin dargestellten Magensaft vollständig verdauen lassen, so dass Alles in Lösung ist, so ist diese Lösung schwach opalisirend (von dem salzsauren Parapepton); ist das Parapepton vollständig ausgefällt, so ist die Peptonlösung vollkommen hell und farblos. Diese Lösung, schwach sauer oder neutral, enthält dann wesentlich nur noch Pepton, die Salze des Eiweisses, das künstlich zugefügte Chlorkalium oder Chlornatrium in bekannter Menge, eine zu vernachlässigende Menge Pepsin, gleichfalls bekannt, und ausserdem noch einige organische Substanzen, auf welche ich zurückkommen werde. Diese übrigen Bestandtheile der Verdauungslösung sollen jetzt betrachtet werden. —

Es wurde schon angegeben, dass das, was Lehmann von den Peptonen angiebt, bestätigt gefunden wurde. Aber ich muss vermuthen, dass Lehmann, namentlich auch bei der Elementaranalyse, eine Mischung von Pepton und Parapepton untersucht hat, weil beide Körper leicht lösliche Verbindungen mit Alkalien und Erden bilden. Zu bemerken ist auch,

---

[1]) Bei den vor Kurzem veröffentlichten Untersuchungen über die Peptone ist Mulder (Archiv für die holländischen Beiträge. II. p. 1 (1858) offenbar dem Parapepton hie und da begegnet, doch hat er, wir er selbst bemerkt, keine nähere Untersuchung angestellt und ist auch in der That sehr im Unklaren darüber geblieben. Doch hat Mulder so viel gesehen, dass er zu der Vermuthung kam, die Eiweisskörper erlitten bei der Magenverdauung eine Spaltung, er meinte die Peptone seien Gemische von Spaltungsprodukten. Mulder's Bemerkungen hierüber wurden mir erst bekannt, als meine Untersuchungen beendet waren.

einer Angabe Lehmann's gegenüber, dass reines Albuminpepton aus essigsaurer Lösung durch Blutlaugensalz nicht im Mindesten gefällt wird, auch keine Spur von Trübung tritt ein: eine Fällung oder Trübung rührt stets von noch beigemischtem Parapepton her. Dagegen wird die Lösung von aus gekochtem Fleisch dargestellten Peptonen, die indessen nicht als rein anzusehen ist, durch Blutlaugensalz nach Ansäuern mit Essigsäure gefällt; auch wird aus dieser Lösung (nach Ausfällen des Parapeptons) ein Eiweisskörper durch salpetersaures Quecksilberoxydul gefällt, der mit Millon's Reagens braunrothe Flocken liefert; ich glaube allerdings, dass der Körper, um den es sich dabei handelt, ein Pepton ist. Auch das Pepton des Blutfibrins verhält sich sehr abweichend gegenüber dem Eiweisspepton: dasselbe wird durch concentrirte Salpetersäure, nicht aber durch Salzsäure und Schwefelsäure, gefällt, wird ebenfalls aus essigsaurer Lösung durch Blutlaugensalz gefällt, sowie auch durch schwefelsaures Kupferoxyd; wird ferner durch wässrigen Alkohol gefällt, durch salpetersaures Quecksilberoxydul und giebt mit Millon's Reagens die Proteinreaction, die das Albuminpepton und andere Peptone nicht geben. Es scheint also, dass das Fibrin wesentlich different sich verhält gegenüber den anderen Eiweisskörpern, da auch das als Fibrinparapepton oben bezeichnete Spaltungsprodukt sich von den anderen Parapeptonen wesentlich unterscheidet; dass auch physiologisch das Blutfibrin in gewisser Weise den anderen Eiweisskörpern gegenübersteht, ist bekannt. Das Kleberpepton bedarf zur Fällung auch eines weniger concentrirtern Alkohols, als das Albuminpepton. Eine Elementaranalyse des vom Parapepton befreieten Eiweisspeptons kann, wie die des Letzteren, vor der Hand noch nicht mitgetheilt werden. —

Longet hat, wie bekannt, angegeben, die Peptone verhinderten die Reduction des Kupferoxyds aus alkalischer Lösung durch Zucker. Ich weiss nicht, dass diese Angabe geradezu bestätigt wurde, aber sie scheint als richtig von Vielen angenommen worden zu sein. Koopmans wollte auf diese Eigenschaft der Peptone sogar eine Diagnose für letztere gründen, und auch Corvisart führte jene Eigenschaft kürzlich als Merkmal der Peptone auf. Ich habe die Angabe Longet's näher geprüft und bin dem, was die Angabe veranlasste, weiter nachgegangen. —

Longet's Angabe ist durchaus falsch. Zunächst muss hervorgehoben werden, dass, wenn man sich allein auf den Augenschein verlässt und nur darauf achtet, ob bei der Re-

ductionsprobe rothes Oxydul oder Oxydulhydrat ausfällt, man meinen könnte, eine grosse Menge organischer Körper verhinderten die Reduction des Kupferoxyds durch Zucker, die aber in der That Nichts weiter thun, als dass sie das im Entstehen begriffene Oxydul in Lösung halten. Unerlässlich ist die Probe, die betreffende Lösung anzusäuern und mit Ferridcyankalium auf die Gegenwart von Kupferoxydul zu prüfen. Häufig giebt sich die stattgehabte Reduction dadurch schon zu erkennen, dass die blaue Farbe der Lösung beim Erhitzen sichtlich blasser wird; doch ist das kein sicheres Zeichen. Zur quantitativen Bestimmung ist mit Rücksicht auf solche Fälle, in denen Oxydul sich nicht oder nicht vollständig ausscheidet, die von von Babo angegebene Methode empfehlenswerth: es wird von vorn herein zu der auf Zucker zu prüfenden Flüssigkeit eine gemessene überschüssige Menge von $CuO\ SO^3$ zugefügt, bis zum Kochen erhitzt und darauf, gleichviel ob Oxydul ausfiel oder nicht, der Rest nicht reducirten Kupferoxyds bestimmt, der durch Subtraction die Menge des reducirten ergiebt. Die Bestimmung des Kupferoxyds geschieht durch Bestimmung der aus Jodkalium abgeschiedenen Menge freien Jods in der angesäuerten Flüssigkeit mit Hülfe von Zinnchlorür (nicht Zinkchlorür, wie in Schmidt's Jahrb. Bd. 99. S. 148 berichtet wurde). Diese Methode wurde bereits bei anderer Gelegenheit, da es sich um quantitative Harnsäurebestimmungen handelte, angewendet und mitgetheilt (L. v. Babo und G. Meissner. Ueber das Verhalten der Harnsäure zu der Fehling'schen Kupferlösung. Zeitschr. für rat. Medicin. 3. Reihe. II. S. 321). Ebendaselbst wurden auch schon zwei organische Körper genannt, welche schon in sehr geringer Menge im Stande sind, merkliche Quantitäten von Kupferoxydul im Entstehungsmomente in Lösung zu halten, nämlich Kreatin und Kreatinin. Diese Eigenschaft theilen die genannten Körper also mit dem Ammoniak, wovon Spuren hinreichen, um die Trommer'sche Zuckerprobe, wenn nicht erhebliche Zuckermengen zugegen sind, zu verdecken. Ebenso nun, wie Ammoniak, Kreatin, Kreatinin verhalten sich auch z. B. Triäthylamin, Bromäthylamin, Piperidin, Pepsin, die Parapeptone, Eiweisslösungen: alle diese Körper (und wahrscheinlich noch andere) verhindern keineswegs die Reduction, sondern halten das Kupferoxydul in Lösung. (Es kommt natürlich immer auf die Menge des Oxyduls an, ob eine gegebene Menge eines der genannten Körper die Fällung ganz oder zum Theil verhindert.) Tyrosin, Leucin, Taurin, Glycin verhindern die Fällung nicht, ebensowe-

nig die Peptone. Setzt man zu der rohen Verdauungslösung, die also noch das Parapepton enthält, Zucker und macht die Reductionsprobe, so erfolgt die Reduction vollständig, aber Oxydul fällt nicht aus, denn grosse Mengen Parapeptons sind zugegen. Ist das Parapepton entfernt, so können geringe Mengen Kupferoxyduls auch noch gelöst, geringe Mengen Zuckers also verdeckt werden, durch das Pepsin, besonders wenn davon eine etwas grössere Menge zugesetzt wurde. —

Man braucht aber für diese Versuche gar nicht erst einen künstlichen Zuckerzusatz zu der Peptonlösung zu machen, denn das Eierweiss selbst enthält beträchtliche Mengen Zuckers; die bei der Verdauung erhaltene Lösung reducirt stark. Dies erkennt man bei dem ersten Versuch, nachdem das Parapepton ausgefällt ist; weitere Proben lassen die reducirende Eigenschaft der Lösung auch vor Entfernung des Parapeptons erkennen. Reines Parapepton und Pepton reduciren beide das Kupferoxyd nicht.

Die Menge des Zuckers im Eierweiss des Huhns ist noch beträchtlicher, als sie Lehmann angiebt. Das fein gehackte geronnene Eierweiss eines Eies wurde wiederholt, bis zu 5 Mal, im Wasserbade mit Wasser extrahirt, bis keine merkliche Spuren von Zucker mehr erhalten wurden; rascher geht die Extraction von Statten mit verdünnter Salzsäure und am besten durch die Verdauung bei Brutwärme. Die Menge des trocknen Albumins eines Hühnereies beträgt im Durchschnitt 2,8 — 2,9 Grm., und die Gesammtmenge des in dem Weissen eines Eies enthaltenen Zuckers (vorausgesetzt, dass sämmtliche reducirende Substanz darin gährungsfähiger Zucker ist) beträgt etwa 0,23 Grm., also enthält das trockene Eierweiss etwa 8% Zucker. (Ich fand Nichts, was den Verdacht erweckt hätte, dass ausser Zucker andere reducirende Substanzen im Eierweiss enthalten seien.)

Die Lösung des Peptons, nach Ausfällung des Parapeptons, enthielt ausser dem Zucker noch andere organische Substanzen. Zunächst nämlich Fett, welches bei der Verdauung in die Lösung übergeht und in ansehnlicher Menge aus der sauern rohen Verdauungslösung sowohl, wie aus der fast neutralen Peptonlösung, wenn man sie einige Tage stehen lässt, in schönen grossen Drusen, die aus radiär gruppirten Nadeln bestehen, herauskrystallisirt. Dieses Fett habe ich bisher nicht näher untersucht, nur so viel schien der Schmelzpunkt zu ergeben, dass es eine Mischung mehrer Fette war.

Ferner sind nun in der Lösung noch zwei, wahrscheinlich beide stickstoffhaltige, Körper in geringer Menge vorhanden,

welche bisher noch nicht isolirt erhalten werden konnten, welche aber jeder durch eine sehr auffallende Reaction angezeigt werden. Der eine von diesen beiden Körpern ist es, welcher mit alkalischer Kupferlösung eine sehr schöne rothe, nur wenig in's violette gehende Färbung der Flüssigkeit giebt, eine Erscheinung, welche die namentlich von Piotrowsky neuerlich verfolgte entsprechende Reaction der genuinen Eiweisskörper begründet. Pepton und Parapepton (frisch dargestellt) für sich allein geben jene Reaction mit der alkalischen Kupferlösung nicht, sie halten das Kupferoxyd in Lösung, aber diese Lösung hat keine von der gewöhnlichen alkalischen Lösung abweichende Färbung. Auch das Pepsin giebt jene Reaction nicht. Hat man aber das Parapepton ausgefällt, aus dem Filtrat das Pepton durch absoluten Alkohol ausgefällt, so zeigt der geringe Rückstand der alkoholischen Lösung, abgedampft, jene Reaction am schönsten und am reinsten. Ist Pepton oder Parapepton zugegen, so mischt sich der ursprünglich fast rubinrothen Farbe mehr Blau bei, und es entsteht dann jene violette Farbe, wie sie auch bei der entsprechenden Reaction mit genuinen Eiweisskörpern erhalten wird; doch ist dann die Farbe noch mehr blau, als wenn, statt des Eiweisses, Pepton oder Parapepton zugegen ist: vielleicht entsteht der die Reaction gebende Körper in grösserer Menge bei der Verdauung. Auch die verdaueten Lösungen anderer Eiweisskörper enthalten alle diesen mit alkalischer Kupferoxydlösung sich roth färbenden Körper; die Färbung schien mir namentlich schön mit der Lösung von verdauetem Fleisch aufzutreten. Die Reaction ist eine sehr empfindliche, und wenn man die Farbe ein Mal gesehen hat, so erkennt man den Unterschied von der gewöhnlichen blauen Farbe alkalischer Kupferoxydlösungen selbst bei grosser Verdünnung. Von Wichtigkeit ist es, die Menge des Kupferoxyds möglichst klein zu nehmen; je weniger (bis zu einem gewissen Grade), desto deutlicher tritt das eigenthümliche Roth hervor, welches durch Ueberschuss von Kupferoxyd ganz verdeckt werden kann. Die Reaction ist ganz übereinstimmend mit der bekannten charakteristichen Reaction des Biurets, welches gleichfalls in Wasser und Alkohol löslich ist. Eine Vermuthung über die Natur jenes Körpers in der Peptonlösung wage ich nicht. Kocht man Parapepton in nur mässig concentrirter Natronlauge, so entsteht, wie es scheint, dieser Körper mit der Biuretreaction.

Endlich nun ist in dem Rückstande, der den Körper mit der Biuretreaction enthält, noch ein Körper, wahrscheinlich

auch stickstoffhaltig, vorhanden, welcher mit salpetersaurem Quecksilberoxydul oder mit Millon's Reagens sehr schön die Hoffmann'sche Tyrosinreaction giebt. In Bezug hierauf wäre noch zu bemerken, dass an faulige Zersetzung der von mir untersuchten Flüssigkeiten durchaus nicht zu denken war. Die Verdauung liess ich meistens 8—12 Stunden dauern und dann wurden die Produkte sofort in Arbeit genommen und untersucht.

Nun mögen hier einige quantitative Bestimmungen folgen, welche theils das Mitgetheilte illustriren, theils ein Bild von der Zusammensetzung der Verdauungslösungen geben.

Das Weisse eines Eies war von 350 CC. künstlichen Magensaftes vollständig verdauet, so dass auf dem Filter Nichts, als einige Fetzen der am Eiweiss haftenden Dotterhaut zurükblieb. 100 CC. enthielten

0,5256	Grm.	Pepton
0,2918	„	Parapepton
0,0650	„	Zucker
0,0318	„	Salze (ohne das bei der Neutralisation entstehende Chlorkalium)
0,9142	Grm.	

Als Gesammtrückstand von 100 CC. fanden sich (nach Abzug des zugesetzten Chlorkaliums) 1,0332 Grm. Somit war die Differenz zwischen dem Gesammtrückstande und der Summe jener einzeln bestimmten Bestandtheile = 0,1190 Grm. Wird davon die Menge des Pepsins = 0,004 Grm. etwa abgezogen, so bleiben 0,1150 Grm. als nicht bestimmte organische Substanz, nämlich nicht unansehnliche Mengen Fettes, der Körper mit der Biuretreaction und der Körper mit der Hoffmann'schen Tyrosinreaction.

Die Summe des Peptons und Parapeptons in 100 CC. betrug 0,8174 Grm.; die Totalmenge beider (vom ganzen Eierweiss) somit = 3,5 . 0,8174 = 2,8609 Grm. Die Quantität trocknen Eiweisses eines Eies beträgt 2,8—2,9 Grm. Pepton und Parapepton zusammen repräsentiren also jedenfalls wesentlich das Albumin; würde das Pepton allein berücksichtigt, so fehlte ein Drittel der Masse des Albumins.

In einem anderen Versuche wurde die Verdauung des Weissen eines Eies in 350 CC. Magensaft schon nach drei Stunden unterbrochen, als noch ein grosser Theil des Eiweisses ungelöst, aber schon weich und gallertig geworden, war. Die Salze und der Zucker sind dann schon vollständig

in Lösung. Es fanden sich 0,3396% feste Theile im Filtrat; ferner wurden bestimmt

0,08% Parapepton
0,031% Salze
0,064% Zucker

0,175%,

so dass 0,1646% übrig bleiben wesentlich für Pepton. Darf man annehmen, dass das Fett wohl noch grösstentheils in den unverdaueten Resten steckte, so wird die Zahl 0,16% für Pepton nahezu richtig sein, und dann ist das Verhältniss vom Pepton zum Parapepton, wie im ersten Beispiel, = 2:1. Dieses Verhältniss, schon oben angegeben, wurde indess noch mehrfach erhalten, wobei dann jedoch keine Rücksicht auf die übrigen Bestandtheile genommen wurde. Das Verhältniss 2 : 1 drückt natürlich nur annäherungsweise, in runder Zahl, das wahre Verhältniss aus.

Ein Verdauungsversuch mit gesottenem Rindfleisch wurde nach einigen Stunden unterbrochen. Das gelbliche schwach opalisirende Filtrat enthielt:

1,5400% organische Substanz
0,0516% Salze

0,200% Parapepton
0,400% Pepton
0,940% Extracte, Fett.

Auch hier also war das Verhältniss des Peptons zum Parapepton = 2 : 1.

Ich habe auch Versuche über die Verdauung des Leims durch künstlichen Magensaft angestellt. Es wurde die feinste Gelatine benutzt, wie man sie zu Carmininjectionen verwendet. Die Angabe, dass Leim, wie die eigentlichen Eiweisskörper, bei der Verdauung verwandelt werde, kann ich nach jenen Versuchen nicht bestätigen. Auch Mulder (a. a. O.) behauptet, dass es keine solche Leimpeptone giebt, wie die Eiweisspeptone sind, doch hat er andere Gründe für seine Ansicht, als ich. Ich las Mulder's Bemerkungen erst, nachdem meine Versuche vorläufig beendet waren und habe daher noch keine Rücksicht auf Mulder's Angaben genommen. Der Leim wurde in meinen Versuchen durch den künstlichen Magensaft bei Brutwärme ebenso gelöst, wie durch verdünnte Salzsäure allein. Die Lösung in Magensaft enthielt kein Parapepton und kein Pepton, gelatinirte beim Erkalten noch, und überhaupt verhielt sich diese Lösung gerade so, wie die

Lösung in verdünnter Salzäure. Nach diesen Versuchen zu urtheilen werden aus dem Leim keine eigenthümlichen Verdauungsproducte gebildet, er bleibt was er ist. Doch werden derartige Versuche mit anderen Leimarten zu wiederholen sein. —

Es herrscht bekanntlich noch immer Streit darüber, welche freie Säure im Magensaft enthalten sei, und erst ganz neuerlich wurde dieser Streit von Neuem aufgeregt durch Blondlot (Journal de la physiologie. I. p. 308), der mit neuen Versuchen seine Ansicht zu stützen suchte, dass nämlich saurer, phosphorsaurer Kalk die saure Reaction und im Verein mit Pepsin die Wirksamkeit des Magensaftes bedinge. Folgende Versuche geben vielleicht auch Momente zur Beurtheilung ab. Als ich Milchsäure benutzte, statt der Salzsäure, zur Herstellung eines künstlichen Magensaftes, musste ich etwa die 10fache Menge wasserfreier Milchsäure zusetzen, nämlich 1—2% (statt 0,1—0,2% HCl), um nur überhaupt eine schwach verdauende Einwirkung des Magensaftes zu erhalten. Die Menge freier Salzsäure aber, die ich anwendete, entspricht einigermaassen der Säuremenge im natürlichen Magensafte der Fleischfresser. Doch hatte die Milchsäure bei jener stärkeren Concentration im Verein mit Pepsin allerdings etwas Albumin gelöst, und in der Lösung waren Pepton und Parapepton nachzuweisen. Das Parapepton fiel bei Neutralisation aus, bei demselben Säuregehalt, wie aus der salzsauren Lösung. —

Als ich sauren phosphorsauren Kalk, den mir mein College von Babo freundlichst dargestellt hatte, benutzte, erhielt ich durchaus gar keine verdauende Wirkung; die Concentration der Lösung wurde mehrfach verändert, nach beiden Seiten hin von derjenigen aus, bei welcher dieselbe Menge Kali erforderlich war zur Neutralisation, wie für die Neutralisation meines gewöhnlich verwendeten Magensaftes. Das in allen diesen Versuchen benutzte Pepsin war dasselbe, welches zu der grossen Zahl der übrigen Versuche gedient hatte. Blondlot urgirt, dass neben saurem Kalkphosphat Chlorcalcium in gleicher Aequivalentmenge im Magensafte sei. Ich fügte daher zu dem sauren Kalkphosphat Chlorcalcium (Zersetzung desselben tritt erst bei Siedhitze ein); aber auch diese Mischung verdauete nicht. —

Diese Versuche stützen also jedenfalls die Ansicht, dass freie Salzsäure im Magensafte sei. —

2. Verdauung der Eiweisskörper durch den pankreatischen Saft.

Es ist bekannt, dass vor Kurzem Corvisart im Widerspruch gegen alle neueren Untersuchungen über den Bauchspeichel mit der Behauptung auftrat, der pankreatische Saft vermöge die Eiweisskörper zu verdauen, und zwar ganz so, wie der Magensaft, indem er sie in wahre Peptone verwandele; dabei sei es gleichgültig, ob die Reaction der Flüssigkeit alkalisch, neutral oder sauer sei. (L. Corvisart, sur une fonction peu connue du pancréas. Paris. 1857—58.)

Dass die Ergebnisse, welche ich bei den Untersuchungen über die Verdauung durch Magensaft erhalten hatte, sehr dringende Aufforderung enthielten, die Angaben Corvisart's zu prüfen und seine Versuche zu wiederholen, braucht kaum bemerkt zu werden. Inzwischen haben auch schon Andere Corvisart's Angaben einer Prüfung unterzogen und ihre Ergebnisse mitgetheilt, welche nicht bestätigend ausgefallen sind. Keferstein und Hallwachs (Nachrichten von der G. A. Universität etc. zu Göttingen. 1858. Nr. 14.) haben Versuche mit Pankreas-Infusionen (Rind) angestellt und ein negatives Resultat erhalten, ebenso auch bei Versuchen mit natürlichem Bauchspeichel vom Hund: coagulirtes Eiweiss wurde nicht gelöst. Diese Versuche wurden mit grösserer Genauigkeit angestellt, als Corvisart's Versuche, dessen sonderbare, oft unverständliche Zahlenangaben viel eher dazu beitragen mussten, Verdacht zu erregen, als seine Behauptungen zu unterstützen. Wie in Schmidt's Jahrb. Bd. 101. S. 155 so eben mitgetheilt wird, hat auch Funke Corvisart's Angaben nicht bestätigt gefunden. Die Mittheilungen Keferstein's und Hallwachs' erschienen erst, als meine Versuche über denselben Gegenstand bereits so weit beendet waren, wie sie jetzt mitgetheilt werden sollen.

Die Zahl der Versuche, nach welchen ich zu berichten habe, ist bedeutend grösser, als die, nach welchen über Corvisart's Angaben der Stab gebrochen wurde. Ich habe Versuche angestellt mit Infusionen der Bauchspeicheldrüse des Schweins, der Katze, des Hundes, des Rindes und mit natürlichem aus Fisteln gewonnenen Bauchspeichel vom Schwein. Keferstein und Hallwachs heben allerdings mit Recht hervor, dass Versuche mit dem natürlichen Drüsensecret anderen vorzuziehen sind. Dennoch sind Versuche mit Infusionen der Drüse nicht nur sehr brauchbar, wenn gewisse Bedingungen beobachtet werden, sondern sie sind auch fast

unvermeidlich, wenn es auf eine grosse Zahl von Versuchen ankommt: so war ich wenigstens darauf angewiesen, bei den meisten Versuchen und namentlich allen mit grösseren Quantitäten angestellten der Pankreas-Infusionen mich zu bedienen.

Das allgemeine Resultat meiner Versuche ist nun allerdings eine Bestätigung von Corvisart's Behauptung, jedoch mit Einschränkungen: der pankreatische Saft vermag Eiweisskörper zu verdauen, sie in Körper zu verwandeln, die den Peptonen so sehr gleichen, dass man sie als solche bezeichnen muss. Dass der Bauchspeichel aber diese Wirksamkeit habe, ist abhängig von zwei Bedingungen. Die erste ist selbstverständlich, wenn es sich um normales natürliches Secret handelt (ohne dass eine Entzündung der Drüse zugegen ist), kommt aber besonders in Betracht, wenn man künstlichen Bauchspeichel benutzen will, das Infus nämlich der Drüse: dann muss das Pankreas einem in Verdauung begriffenen Thiere entnommen sein. Die zweite Bedingung, an welche ich die in Rede stehende Wirksamkeit des Bauchspeichels knüpfen muss, steht in scharfem Widerspruch zu Corvisart's Behauptung: das Verdauungsgemisch muss schwach sauer sein. Nach meinen Versuchen muss ich behaupten, dass ein alkalisches oder neutrales Pankreansinfus durchaus keine verdauende Wirkung auf Eiweisskörper ausübt, welche vielmehr mit ersterem namentlich bei Brutwärme sehr rasch in Fäulniss übergehen. Ebenso verdauet auch natürlicher aus Fisteln gewonnener Saft, der bekanntlich stark alkalisch reagirt, die Eiweisskörper nicht; anders aber ist es bei schwach saurer Reaction des Gemisches. Hieraus darf aber nicht etwa sofort der Schluss gezogen werden, dass, meine obige Behauptung als richtig zugegeben, der Bauchspeichel im Darm die in Rede stehende Wirksamkeit nicht haben könne.

Die meisten meiner Versuche wurden mit dem Pankreas des Schweins angestellt. Ich erhielt positive und negative Ergebnisse, aber die Zahl der positiv ausfallenden Versuche war bei dem Pankreas des Schweins grösser und die Ergebnisse deutlicher, entschiedener, als wenn ich Rinderpankreas benutzte; daher zog ich das Schwein vor und legte dem entsprechend auch bei zwei jungen Schweinen Pankreasfisteln an.

Das in der Kälte und durch nur kurzwährende Digestion bereitete Infus der feingeschnittenen ganz frischen Drüse, ist eine milchige, auch durch Filtration nicht ganz klar zu erhaltene Flüssigkeit, die neutral oder schwach sauer reagirt. Die milchige Trübung rührt wesentlich von kleinen runden Zellen mit feinkörnigem Inhalt und diesem feinkörnigen aus-

getretenen Zelleninhalt her; bei der Filtration geht diese feinkörnige Masse durch's Filter. Da die Filtration zu lange Zeit in Anspruch nimmt, so habe ich das Infus meistens nur durch ein dichtes Zeug gepresst. Auffallend ist die schwach saure Reaction des Infuses, die ich stets beobachtete, wenn dasselbe nachher wirksam war, da doch natürlicher Bauchspeichel alkalisch reagirt. Diese schwach saure Reaction des Infuses war zugegen, wenn auch alkalisches Secret im Ductus Wirsungianus enthalten war. Ich weiss die Ursache der sauren Reaction nicht anzugeben, kenne die freie Säure nicht: man könnte vermuthen, dass eine Zerlegung des der Drüse auch nach sorgfältiger Reinigung immer noch anhaftenden Fettes stattgefunden habe. Erhitzt man das Infus bis zum Kochen, so entsteht eine starke Gerinnung; ebenso gerinnt ein Eiweisskörper, wenn das Infus stärker angesäuert wird, sei es durch Essigsäure oder Mineralsäuren. Dasselbe Verhalten zeigt auch der natürliche aus Fisteln gewonnene Bauchspeichel des Schweins, und dasselbe geben auch Keferstein und Hallwachs von dem Bauchspeichel des Hundes an. Macht man das Infus alkalisch, so wird es fast klar, opalisirend und gleicht nun in jeder Beziehung dem natürlichen Secrete. Ich habe nun zu wiederholten Malen bei Versuchen, in denen verschiedene Portionen desselben Infuses, die eine schwach sauer, die andere neutral, eine dritte alkalisch, angewendet wurden, gesehen, dass nur dann wirkliche Verdauung von geronnenem Albumin oder Fleisch stattfand, wenn das Gemische schwach sauer war. Die schwach saure Reaction, welche das Infus ursprünglich besass, reichte gewöhnlich hin, so dass ich keinen besondern Säurezusatz machte. Die Verdauungsgemische wurden in einer Brütemaschine, wie die Versuche mit Magensaft, digerirt, und da ich immer mit grösseren Mengen arbeitete, nach Verlauf einiger, bis zu 12 Stunden, untersucht.

In den Versuchen, welche am entschiedensten und günstigsten ausfielen, deren ich zehn mit dem Infus vom Pankreas des Schweins in meinem Tagebuche verzeichnet habe, war dann eine beträchtliche Menge geronnenen Eiweisses vollständig aufgelöst, und die anfangs milchig trübe Flüssigkeit war klarer geworden, so dass ein schwachgelbliches, fast klares Filtrat jetzt gewonnen wurde, welches noch schwach sauer oder neutral reagirte und einen angenehmen Fleischbrühe-artigen Geruch hatte. Noch nicht völlig gelöste Eiweisswürfel bieten ein eigenthümliches Ansehen dar, erwähnenswerth, weil ich es constant beobachtete, wo wirklich Verdauung stattfand, und es durchaus verschieden ist von dem solcher Eiweiss-

stücken, die eben von Magensaft aufgelöst werden. Während letztere überall gleichmässig angegriffen und nach und nach schleimig durchscheinend an der ganzen Oberfläche werden, zeigen die vom Bauchspeichel angegriffenen eine eigenthümlich warzige Beschaffenheit an der nicht schleimig durchscheinenden Oberfläche, es ist, als ob sie aus lauter kleinen unregelmässig würfelförmigen Stückchen, deren einzelne vorragen, bestünden, als ob sie stellenweis angefressen wären; beim Zerdrücken fallen sie wie Conglomerate kleiner Würfelchen leicht aus einander.

In dem schwach gelblichen, fast klaren Filtrat entstand jetzt beim Kochen keine Gerinnung mehr, schwefelsaures Kupferoxyd erzeugte keine Fällung, Blutlaugensalz fällte Nichts aus der essigsauren Lösung; concentrirte Salzsäure und Salpetersäure bewirkten keine Fällung, mit letzterer trat aber beim Erwärmen gelbe Farbe auf. Wässriger Alkohol fällte Nichts. Fällung trat aber ein, und zwar eine der ansehnlichen Menge verschwundenen Albumins entsprechend, mit Gerbsäure, mit absolutem Alkohol, mit basisch-essigsaurem Bleioxyd und mit Quecksilberchlorid.

In einigen anderen Versuchen, in denen gleichfalls Auflösung ansehnlicher Quantitäten Albumins stattgefunden hatte, schien die Dauer der Digestion zu lange gewesen zu sein, denn in diesen fand sich neben vollkommen dem eben beschriebenen Verhalten und neben dem erwähnten Fleischbrüheartigen Geruch, der noch zu erkennen war, ein eigenthümlicher unangenehmer Geruch, der nicht schlechtweg faulig genannt werden darf, der vielmehr sehr ähnlich dem Geruche war, wie er nach der Verdauung im unteren Theile des Dünndarms und im Colon herrscht; dann war die Reaction der Flüssigkeit schwach alkalisch geworden, und Entwicklung von Schwefelwasserstoff war deutlich nachweisbar. Sehr verschieden von dem eben erwähnten Geruch war, wie ich besonders hervorheben muss, derjenige, welcher entstand, wenn in Folge eines unwirksamen pankreatischen Saftes das Gemische in Fäulniss überging.

Aus dem angegebenen Verhalten der Eiweisslösung im Pankreasinfus geht also hervor, dass für's Erste ein grosser Theil des geronnenen Albumins (oder auch Fleisches) gelöst worden war, und dass sich diese Lösung wesentlich so verhält, wie eine Peptonlösung; dass zweitens auch der ursprünglich im Pankreasinfus enthaltene Eiweisskörper, der beim Kochen und mit Säuern gerinnt, verwandelt worden war. Ein Drittes aber hatte für mich noch ein ganz besonderes Interesse: in jener

Eiweisslösung war nämlich kein Körper von dem Verhalten des Parapeptons vorhanden. Bei der Verdauung des Eiweisses durch pankreatischen Saft wird kein Parapepton abgespalten, oder vielmehr, so vermuthete ich, das Parapepton wird vom pankreatischen Safte in Pepton oder wenigstens einen sehr ähnlichen Körper verwandelt.

Ich stellte nun Versuche an mit Pankreasinfusen und mit bei der Verdauung durch künstlichen Magensaft gewonnenem Parapepton. Der Säuregrad, welchen meine wirksamen Pankreasinfusionen hatten, war so gering, dass nur sehr wenig Parapepton unmittelbar gelöst wurde, woran vielleicht aber auch zum Theil die mir unbekannte Natur der freien Säure Schuld sein mag. Nach einiger Zeit aber, bei Digestion in Brutwärme, erfolgte, wie ich vermuthet hatte, die allmälige Auflösung, nun aber nicht einfache Lösung ohne Veränderung, sondern Lösung unter Verwandlung in Pepton, in einen Körper wenigstens, der nicht mehr durch Neutralisation der Lösung ausfällbar war, der nur noch durch Quecksilberchlorid, basisch essigsaures Bleioxyd, Gerbsäure und absoluten Alkohol gefällt wurde.

Ich habe, wie schon bemerkt, auch einige Versuche mit natürlichem Bauchspeichel vom Schwein angestellt, die jedoch nur die Bedeutung von Controlversuchen haben sollten und konnten, denn die Mengen des Secrets, die ich von zwei jungen Schweinen erhielt, waren nur klein, und so konnten die Versuche nur im Kleinen angestellt werden. Diese aber bestätigten das mit den Infusionen der Drüse erhaltene Resultat; namentlich leicht kann man schon mit kleinen Mengen Bauchspeichels, den man schwach angesäuert hat, beobachten, dass allmälig der in ihm enthaltene gerinnbare Eiweisskörper in einen peptonähnlichen Körper, der mit Säuren und beim Kochen nicht mehr gerinnt, verwandelt wird.

Auch bei der Verdauung von Eiweiss durch Bauchspeichel entsteht jener Körper, der mit alkalischer Kupferoxydlösung die Biuretreaction giebt; ebenso ist in der Lösung auch der Körper enthalten, der mit salpetersaurem Quecksilberoxydul die Tyrosinreaction giebt, eine sehr schön weinrothe Lösung nämlich beim Erwärmen. Dabei ist noch zu bemerken, dass die Piria'sche Tyrosinreaction mit diesem Körper, wie er bei der Magenverdauung auch entsteht, nicht erhalten wurde. Bei Anstellung des Versuchs mit den Producten der Magenverdauung wird man finden, dass das salpetersaure Quecksilberoxydul oder auch Millon's Reagens in der Wärme eine merkliche Menge Calomel auflöst, die beim Erkalten wieder ausfällt.

Hat man Versuche angestellt, die man dann erst längere Zeit nachher veröffentlicht, und sind inzwischen von Anderen Versuche über denselben Gegenstand mitgetheilt, die ganz unabhängig und ohne Vorurtheil ein gegentheiliges Resultat gegeben haben, so pflegen wohl Zweifel zu entstehen und das Verlangen, die eigenen Versuche, wenn auch früher in gehöriger Zahl angestellt, noch ein Mal zu wiederholen, um den Eindruck ihrer Verlässlichkeit und ihrer Beweisfähigkeit aufzufrischen. So erging es auch mir, als ich die Versuche Keferstein's und Hallwachs' las und das Urtheil Funke's, der eine Lösung des Eiweisses durch Bauchspeichel für Fäulniss hielt, wenn auch Charactere der Peptone vorhanden waren. Zwar ist in diesen Versuchen nicht das Moment berücksichtigt, an welches ich die Wirksamkeit des Bauchspeichels besonders knüpfen musste, nämlich schwach saure Reaction (Keferstein und Hallwachs erwähnen nur ganz beiläufig, dass sie auch mit angesäuertem Secret Versuche angestellt haben); dennoch würde ich gern neue Versuche mit Rücksicht auf jene Urtheile zur Controle der früheren angestellt haben, doch war mir das, was jedenfalls wieder einer längeren Versuchsreihe bedurft hätte, bisher nicht möglich, zumal an einem Orte, wo man das nöthige Material nicht zu beliebiger Zeit haben kann.

Unter Vorbehalt daher weiterer Prüfung will ich hier schliesslich noch andeuten, wie sich aus den Ergebnissen der mitgetheilten Versuche in, so scheint es, völlig ungezwungener Weise eine Vorstellung über die Verdauungsvorgänge und ihre Bedeutung ergeben würde.

Im Magen werden die Eiweisskörper gelöst und zerspalten in Pepton und Parapepton. Gelangt die Lösung in den Darm, so ist das Pepton, welches in Lösung bleibt, unmittelbar aufsaugungsfähig, namentlich vermöge seiner grossen Diffusibilität. Dass es viel wahrscheinlicher ist, dass das Pepton erst im Darm zur Aufsaugung kommt, nicht schon im Magen, dafür hat Funke (a. a. O.), abgesehen von anderen Gründen, kürzlich ein Moment gefunden, indem nämlich aus seinen Versuchen über die endosmotischen Verhältnisse der Peptone hervorgeht, dass im Magen bei der dort vorhandenen Menge freier Säure die Bedingungen zur Resorption der Peptone viel ungünstiger sind, als im oberen Theile des Darms, wo bei der zur Zeit der Verdauung dort herrschenden schwach sauren Reaction die Bedingungen denen am nächsten stehen, unter denen Funke bei Erniedrigung des endosmotischen Aequivalents eine beträchtliche Erhöhung der Diffusionsgeschwindigkeit beobachtete. Gelangt aber die saure Lösung, welche Pepton und Parapepton

enthält, in den Darm, so wird hier die Säure des Magensaftes durch den pankreatischen Saft, den Darmsaft, die Galle so weit abgestumpft, dass nur schwach saure Reaction übrig bleibt. In Folge dieser allmäligen Neutralisation der Lösung wird, besonders wenn noch Kochsalz oder andere neutrale Alkalisalze zugegen sind, das Parapepton unlöslich und fällt nieder, könnte aber auch unter Umständen zum Theil in Lösung bleiben. Welcher Fall auch eintreten mag, das Parapepton wird vom Bauchspeichel, dessen Alkalescenz dazu verwendet wird, den grössten Theil der Magensäure zu sättigen, und der daher seine Einwirkung auf Eiweisskörper und speciell auf das Parapepton ausüben kann, in Pepton verwandelt werden. Die Reaction des Darminhalts im oberen Theile des Dünndarms ist namentlich bei Fleischfressern zur Zeit der Verdauung stets schwach sauer; ich fand bei der Katze den Säuregrad daselbst etwa so, dass bei einigem Gehalt an neutralem Salz das Parapepton gefällt werden und der Bauchspeichel Parapepton verdauen würde. Eine weitere Verwandlung des Parapeptons vor der Aufnahme in's Blut wird man wohl postuliren müssen, da dasselbe unverändert in sauerer Lösung in die Gewebe eindringend bei allmälig eintretender Neutralisation der Säure gefällt werden würde, wenn nicht etwa sehr rasch so viel Alkali sofort vorhanden wäre, dass das Parapepton unmittelbar aus der sauern Lösung in alkalische übergeführt würde.

Um zu sehen, ob das Parapepton nicht nachzuweisen sei im obern Theile des Dünndarms, gab ich einer seit 24 Stunden nüchternen Katze zerhacktes geronnenes Eiweiss und untersuchte Magen- und Darminhalt drei Stunden nachher. Im Magen war noch ungelöstes Eiweiss. Im Duodenum fand sich ein von Galle gefärbter feinflockiger, schwach sauer reagirender, dünner Brei, dessen Verhalten deutlich dem oben beschriebenem des Parapeptons entsprach; Parapepton war entschieden darin nachzuweisen.

Wenn man, bevor Corvisart die Wirksamkeit des Bauchspeichels auf Eiweisskörper von Neuem behauptete, sich sagen musste, dass die bis dahin vorliegenden Thatsachen noch keinen befriedigenden Aufschluss über die Bedeutung des Pankreas gaben, so schien gewissermaassen zu viel plötzlich auf der entgegengesetzten Seite gewonnen oder behauptet, als Corvisart dem Bauchspeichel unter allen Umständen genau dieselbe Bedeutung vindiciren wollte, die der Magensaft zu besitzen schien, so dass das Pankreas nun aus entgegengesetzten Gründen so zu sagen überflüssig hätte erscheinen können. Nach den obigen Versuchen scheint sich ein Mittleres herauszustellen, indem

beide Verdauungssäfte bei der Verdauung mitwirken, der Bauchspeichel freilich, wie es scheint, sogar mehr vermag, als der Magensaft, weil er das gesammte Eiweiss (d. h. beide darin enthaltenen Atomcomplexe) in die aufsaugungsfähige Modification verwandeln kann, doch aber wohl vornehmlich für die Verdauung des vom Magensaft nicht vollends verarbeiteten Parapeptons bestimmt zu sein scheint, so dass der Bauchspeichel für das, was der Magensaft aus Gründen der Qualität, unter Umständen vielleicht auch aus Gründen der Quantität, übrig liess, mit ergänzender Wirksamkeit nachfolgt. Vielleicht würden weitere Untersuchungen doch auch noch eine bessere Erklärung dafür geben, dass bis jetzt noch Magensaft, wie Bauchspeichel beide den einen Theil des Eiweisses in Pepton verwandeln zu können scheinen, was noch nicht ganz befriedigend erscheint. Von Einwirkungen des Bauchspeichels auf andere Gruppen von Nahrungsstoffen sollte hier nicht die Rede sein; sie sind durch das Uebergehen bei obiger Ueberlegung nicht geleugnet.

Schliesslich sage ich hier meinem verehrten Collegen von Babo, der mich bei obigen Untersuchungen vielfach mit Rath und That unterstützte, meinen herzlichen Dank.

Anhang.

Ueber die therapeutische Benutzung des Pepsins.

Bekanntlich hat man in neuerer Zeit angefangen, das Pepsin therapeutisch zu verwenden, in der Absicht, einer darniederliegenden Magenverdauung aufzuhelfen. Ich glaube kaum, dass man sich besonders günstiger Erfolge davon wird zu erfreuen haben, trotz der bedeutenden Wirksamkeit, welche das käufliche Pepsin in der That besitzt. Fehlt es im Magen an Pepsin, so wird es höchst wahrscheinlich auch an Salzsäure fehlen, und da möchte es in der Praxis nicht eben leicht sein, dem Kranken gerade zur rechten Zeit auch die geeignete Menge Salzsäure in den Magen zu bringen, ohne die das Pepsin durchaus wirkungslos ist. Ich weiss, dass in der Praxis an die Säure gar nicht einmal immer gedacht wird, und dann wird man schwerlich irgend eine Wirkung vom Pepsin haben.

Mir scheint, dass eine andere Verwerthung des Pepsins in Fällen von darniederliegender Verdauungsthätigkeit von vorn herein mehr für sich hat, eine Verwerthung, die auch in an-

deren pathologischen Zuständen anwendbar sein dürfte. Man kann mit Hülfe des käuflichen Pepsins und verdünnter Salzsäure jederzeit ausserhalb des Körpers Peptonlösungen in beliebiger Menge aus verschiedenen Eiweisskörpern darstellen, welche nach Entfernung des Parapeptons unmittelbar aufsaugungsfähig sind. Solche reine Peptonlösungen kann man beträchtlich concentriren, durch Zusatz von Kochsalz, Gewürz, namentlich etwas Fleischbrühe, schmackhaft machen, so dass sie ein gar nicht unangenehmes, an Nahrungsstoff sehr reiches Nahrungsmittel für Kranke bilden könnten. Nach meiner Erfahrung bildet besonders eine Fleischpeptonlösung für sich oder mit Fleischbrühe ein angenehmes Getränk. Eiweisspeptonlösungen haben einen schwer zu verdeckenden bitteren Geschmack, dessen Ursache ich noch nicht kenne. Die Fleischpeptonlösung wurde von einer Kranken sehr gern genommen, weit lieber, als die Liebig'sche Fleischbrühe, die ausserdem auch noch verdauet werden muss, da das Syntonin nur gelöst, nicht in Pepton verwandelt ist.

Wenn man bisher nicht auf den Gedanken kam, bei Kranken die Verdauung im Magen durch künstliche Verdauung zu ersetzen, so mag der Grund hauptsächlich darin gelegen haben, dass die Bereitung künstlichen Magensaftes aus der frischen Magenschleimhaut nicht immer sofort gelingt, in genügender Menge nicht jederzeit möglich ist und immerhin für die in Rede stehende Verwendung etwas Anstössiges haben könnte. Pepsin, in hohem Grade wirksam, nur mit etwas Stärkemehl versetzt, ist jetzt überall in den Apotheken käuflich, freilich nicht wohlfeil, dafür aber auch schon in sehr kleiner Menge wirksam, so dass jene Uebelstände gehoben sind.

Die Bereitung des künstlichen Magensaftes nach bestimmter Vorschrift ist leicht, sie könnte in den Apotheken geschehen, und ich würde, bis weitere Erfahrungen vorliegen, einen von mir oft verwendeten Magensaft empfehlen: für das Weisse von drei Eiern nämlich oder für eine entsprechende Menge Fleisch (mit Rücksicht, dass vom Fleisch stets der grösste Theil ungelöst bleibt, etwa $^1/_2$ — 1 Pfd.) 1000 CC. Magensaft mit 0,2 % HCl und 4 Mgrm. Pepsin auf 100 CC. Die unter dem Namen Pepsin käufliche Substanz enthält Amylum, das aus Paris bezogene, welches ich gebrauchte, enthielt 10 % Pepsin. Das Gemisch wird, am besten unter Umrühren, bis zu 12 Stunden lang bei 40° C. digerirt; wo etwa ein Rührer in fortwährende Thätigkeit gesetzt werden kann, wird die Verdauung gewiss viel rascher vor sich gehen. Darauf wird filtrirt, und nun würde es am besten sein, das Parapepton auszufällen durch Neutra-

lisation. Dies erfordert einige Vorsicht, weil der Punkt getroffen werden muss, bei welchem das Parapepton in Flocken niederfällt, von denen sich die Lösung rasch abfiltriren lässt; fällt es schleimig aus, so verstopft es das Filter und die Bereitung dauert zu lange. Das wasserklare Filtrat kann dann auf dem Wasserbade concentrirt werden. Ohne Conservationsmittel hält sich die schwach sauere Lösung am kühlen Ort mehre Tage. Soll sie getrunken werden, so erwärmt man sie nach Zusatz von Kochsalz, Fleischbrühe u. s. w. Die Ausfällung des Parapeptons könnte auch unterbleiben; ein Theil desselben pflegt dann beim Eindampfen der Lösung herauszufallen.

Die Erfahrung muss natürlich erst lehren, ob die auf physiologische Thatsachen gegründete Empfehlung sich bewährt. Ich selbst hatte bisher nur Gelegenheit, die Benutzung von Peptonlösungen bei zwei Kranken zu veranlassen, doch wurde sie nicht lange genug fortgesetzt, um Erfahrung über den Nutzen zu geben.

Die Peptonlösungen können noch eine andere Verwendung finden ausser der als durch den Mund einzuführendes Nahrungsmittel. Wenn man sich zu ernährenden Klystieren gezwungen sieht, so wird es jedenfalls rationeller sein, Peptonlösungen in den Darm zu injiciren, als unverdauete Eiweissstoffe, Milch, Eigelb, Brühen zu benutzen, denn unverdauet werden diese nicht aufgenommen, und schwerlich gelangen sie bis dahin, wo sie etwa noch verdauet werden könnten.

Die Bewegungen der Handwurzel.

Von

Dr. W. Henke,
Privadocenten in Marburg.

(Hierzu Taf. I.)

Zwischen dem Unterarm und der Hand nimmt man mit Recht wie zwischen dem Unterschenkel und dem Fuss zwei Gelenke mit selbstständiger Bewegung an (Radiocarpalgelenk und Carpalgelenk nach Henle). Sie scheiden sich aber nicht so leicht und einfach wie an der Fusswurzel, wo das Sprungbein als ein einfacher fester Körper das einzige Mittelglied zwischen beiden (wenigstens beim Menschen im normalen Zustande) darstellt, weil die erste Reihe der Handwurzelknochen, welche hier eine ähnliche Rolle spielt, aus drei auch unter sich beweglichen festen Körpern besteht, die sich an den Bewegungen beider Gelenke in verschiedener Weise betheiligen. Daraus ergiebt sich, dass ein Theil der Articulationen zu zwei combinirten Gelenkmechanismen gehört, ähnlich wie die Articulation zwischen Radius und Humerus. Dadurch wird die Untersuchung und Darstellung derselben sehr erschwert; auch sind manche der überhaupt schon so kleinen Berührungsflächen theilweise incongruent und kommen nur bei der Hemmung zum Schlusse, daher sie einzeln untersucht kein festes Gesetz der Bewegung mehr erkennen lassen. Ich kann deshalb auch nicht, wie ich dies bei den Fussgelenken versucht habe, von der Analyse der einzelnen Articulationen ausgehen, um dann aus ihrem Zusammentreten die combinirten Mechanismen zu erklären, sondern wähle den bequemeren rein analytischen Weg der Darstellung, der auch den vorhergegangenen Gang der Untersuchung natürlicher wiedergiebt, und gehe von den grösseren direct in die Augen springenden Gesammterscheinungen der Bewegung

aus, um sie dann in die einfacheren Elemente, welche jedem Gelenke zukommen, zu zerlegen und so weit möglich bis in die einzelnen Articulationen zu verfolgen, deren constantes Zusammenwirken ihnen zu Grunde liegt. Dabei wird auch ein gewisses Wackeln des aus so vielen kleinen Elementen gebildeten Systems, das Henle[1]) als Hauptbedingung der mannigfaltigen Bewegungsmöglichkeiten betrachtet, nicht ganz auszuschliessen sein; aber für die ausgiebigeren Bewegungen, die im Leben wirklich willkürlich durch die Muskeln ohne Hinzukommen äusserer Gewalt ausgeführt werden, glaube ich doch eben so typisch vorgezeichnete Bahnen nachweisen zu können, wie an irgend einem anderen Gelenke.

Man unterscheidet allgemein nach der äusseren Erscheinung zweierlei Bewegungen der Hand am ruhenden Radius, die Günther als Flächenbewegung und Ränderbewegung bezeichnet hat. Der ersten liegt eine hypothetische Transversalachse zum Grunde, der zweiten eine sagittale (die Wölbung der Handwurzel ist nur passiv oder gleichzeitig mit den genannten Bewegungen veränderlich). Da man nun sogleich sah, dass beide Gelenke an beiden Bewegungen Theil nahmen, so versuchte man nicht jedem ein einfaches Drehungsgesetz unterzustellen, sondern betrachtete sie im Allgemeinen als mehr oder weniger beschränkte Arthrodieen[2]) und suchte nur zu bestimmen, ein wie grosser Antheil an der Drehung um die eine oder andere Achse dem einen oder anderen Gelenke zukomme, und weiterhin, welches von beiden beim Uebergang aus dem einen in das andere Extrem der beiden bezeichneten Drehungsbahnen zuerst vorzugsweise wirksam würde. Man kann sich nun aber bei näherer Besichtigung eines Präparates, an dem ein Theil der Gelenkflächen blosgelegt, aber der Zusammenhang des Ganzen noch vollständig erhalten ist, sehr bald überzeugen, dass die reinen oben genannten Bewegungen immer Combinationen

---

[1]) Bänderlehre, S. 91.

[2]) Für das Radiocarpalgelenk reducirt Henle (a. a. O.) diese Vorstellung auf die einer Bewegung um zwei Achsen; aber nur für das Carpalgelenk hat bereits H. Meyer (Lehrbuch der physiol. Anat. I. S. 97) eine einfache Drehbewegung angenommen und auch die Achse derselben annähernd richtig gezeichnet (Fig. 47). An diese richtige Bemerkung knüpft er jedoch sogleich den falschen Schluss, dass dieses Gelenk an der Ränderbewegung keinen Antheil nehme, was die einfachste Beobachtung widerlegt. Demnach ist denn auch die Art, wie er weiter unten (S. 109) den Hergang bei dieser Bewegung beschreibt ein ganz willkürliches Hirngespinst, das, wenn man die nachfolgenden Beobachtungen vergleicht, keiner besondern Widerlegung bedarf. Die ganze Hand bis auf einen Knochen (os naviculare oder os triquetrum) soll dabei ein festes Ganze sein.

von gleichmässiger Bewegung beider Gelenke sind, dass aber die einfachen Drehungen in den einzelnen Gelenken, die dazu gehören, bei der Flächenbewegung und Ränderbewegung ganz dieselben sind, nur in verschiedener Weise combinirt. Um dies deutlicher zu machen, muss man Bewegungen aufsuchen, die von Einem Gelenk allein gemacht werden, und zu diesem Zwecke muss man von einer fest bestimmten Stellung ausgehen. Dazu eignen sich die Extreme der Beugung und Streckung, in denen bekanntlich die Ränderbewegung aufhört frei zu sein [1]). Fängt man nun z. B. mit der äussersten Streckung (Dorsalflexion) an, so sind beide Gelenke vollkommen gestreckt, und man kann nun beliebig zuerst nur das eine oder das andere beugen. Beugt man zuerst das Radiocarpalgelenk, so gelangt man in der Mitte zwischen Beugung und Streckung in die sogenannte Radialflexion und kann von da durch Hinzufügung der Beugung des Carpalgelenks die extreme Beugung vollständig machen; beugt man zuerst das Carpalgelenk, so gelangt man in der Mitte zwischen Streckung und Beugung in die sogenannte Ulnarflexion und kann von da aus durch Hinzufügung der Beugung des Radiocarpalgelenks in die extreme Beugung übergehn, in welcher wieder keine Ränderbewegung mehr möglich ist. Radialflexion und Ulnarflexion sind also nichts als Streckung des einen und Beugung des anderen Gelenks und, wenn man in der Mittelstellung zwischen Beugung und Streckung beide wechseln lässt, also die sogenannte Ränderbewegung macht, so wird gleichzeitig im einen Gelenke Streckung, im andern Beugung gemacht. Wenn aber möglichst direct aus Beugung in Streckung gewechselt wird, wirken sie gleichzeitig und im gleichen Sinne, während, wenn sie nach einander wirken, der Weg durch eine der beiden Ränderstellungen genommen wird [2]) (Vergl. Figg. 1—5).

Hieraus ergiebt sich nun schon im Allgemeinen, dass jedes

---

[1]) Dies bemerkt schon Harless (Lehrbuch der plastischen Anatomie, II. S. 127). Die Erklärung wird sich sogleich ergeben. Ganz ähnlich ist das Verhältniss der beiden Arten von Bewegung im Kniegelenk.

[2]) Aus diesen jeden Augenblick zu wiederholenden Beobachtungen widerlegt sich von selbst die Angabe von Günther (Handgelenk S. 16. 17), die in mehrere Lehrbücher übergegangen ist, dass von beiden Bewegungen, die er annimmt, die eine Hälfte vorzugsweise von dem einen, die andere vom anderen Gelenk ausgeführt wird. Die Versuche, mit denen er sie zu beweisen sucht, sind auch gänzlich ungenügend. Er hat Stifte in die Knochen der ersten und zweiten Reihe eingeschlagen, die zuerst in der Fortsetzung der Längsrichtung des Radius standen und dann bald mehr in die eine, bald mehr in die andere Stellung durch Bewegung des einen oder des andern Gelenks gebracht werden konnten. Er sagt aber nicht, in welcher Stellung das je zu untersuchende Gelenk war, als er die Stifte einschlug. Dies er-

von beiden Gelenken eine einfache Drehung ausführt, deren Achse so nahezu transversal gerichtet ist, dass man sie als Beugung und Streckung bezeichnen kann; aber doch keine von beiden rein transversal, sondern bei nach vorn gerichteter Volarfläche die des Radiocarpalgelenks mit dem ulnaren, die des Carpalgelenks mit dem radialen Ende etwas nach vorn gerichtet. Ehe dieselben jedoch näher definirt und die Beziehung der Flächenkrümmung in den einzelnen Articulationen zu ihnen erörtert werden kann, muss zunächst untersucht werden, welche Articulationen überhaupt an den beiden Hauptbewegungen Theil nehmen. Zwar in der Hauptsache ist es klar, dass wesentlich alle Articulationen des Radius und der mit ihm verbundenen Bandscheibe, die auf dem Ulnaköpfchen ruht, mit der ersten Handwurzelreihe zum Radiocarpalgelenk, die zwischen ihr und der zweiten, welche wieder als ein einfacher fester Körper betrachtet werden darf, zum Carpalgelenk gehören. Wenn aber bei jeder der beiden Hauptbewegungen auch Verschiebungen zwischen den einzelnen Knochen der ersten Reihe geschehen, so ist es auch klar, dass ein Theil derselben auch in den Articulationen, mit denen er sich vorzüglich an der anderen Bewegung betheiligt, nicht ganz stillstehn kann, dass also, wie schon oben angedeutet, ein Theil der im Allgemeinen zum einen Gelenk gehörenden Articulationen auch zum anderen mit gehört, und zwar wird sich sogleich ergeben, dass bei der Bewegung des Radiocarpalgelenks nur das Kahnbein mit der zweiten Handwurzelreihe, bei der Bewegung des Carpalgelenks nur das Mondbein mit dem Radius unbeweglich verbunden bleibt, wie am Fusse das einzige Sprungbein einerseits mit dem Unterschenkel, andrerseits mit dem Fusse, dass also die Function des beide trennenden Zwischengliedes hier auf zwei Knochen vertheilt ist und nur zwei Articulationen ausschliesslich zu Einem Gelenke gehören. Denn am Pyramidenbein sind auch bei den einfachen Bewegungen stets beide Articulationen im Gange oder vielmehr im Wechseln zwischen Schliessen und Klaffen, da sie fast ganz von Hemmungsflächen gebildet sind.

Zu den Bestimmungen nun, aus denen die eben angedeuteten Sätze hervorgehen, dient eine kaum als Experiment zu bezeichnende, etwas präcisirtere Wiederholung der oben schon beschriebenen Beobachtungen der einfachen Bewegungen des einen und des anderen Gelenkes, die man erhält, wenn man

---

fährt man nun zwar sogleich aus dem Erfolg, aber weiter auch nichts; und macht man diese Vorbedingung anders, so kann man ebenso gut das Gegentheil beweisen.

aus der extremen Streckung in die eine und andere extreme Ränderstellung übergeht. Um dabei den Bewegungsantheil der einzelnen Articulationen näher bestimmen zu können, habe ich zuerst in der extremen Streckung in die Volarfläche der drei Knochen der ersten Reihe und eines beliebigen der zweiten (des Kopfbeins) eiserne Stifte so eingeschlagen, dass sie zuerst einander möglichst parallel hervorragten. Hielt ich nun den Radius fest und beugte zuerst das Radiocarpalgelenk, sodass also Radialflexion erfolgte, so drehten sich alle Stifte volar- und etwas radialwärts, aber nur der im Kahnbein befestigte blieb dem im Kopfbein befestigten parallel. Die Bewegung des aus dem Mondbein und in geringem Grade auch des aus dem Pyramidenbein hervorragenden waren weniger ausgiebig; der im Kopfbein befestigte überholte sie etwas, was sich durch Annäherung seines freien Endes an den im Mondbein befestigten deutlich zeigte. Die Bewegung geschah also wesentlich in allen drei Articulationen der ersten Reihe mit dem Radius, war aber in denen des Mond- und Pyramidenbeins nicht ganz so bedeutend, was durch eine kleine Mitbetheiligung der Articulationen zwischen diesen beiden Knochen und dem Kopf- und Hakenbein ausgeglichen wurde, und nur das Kahnbein war mit der Hand unbeweglich verbunden. Dabei musste es natürlich auch eine kleine Verschiebung im Sinne der Beugung am Mondbein, das am meisten zurückblieb, erleiden, wie gleichzeitig in geringerem Grade auch das Pyramidenbein. Die Bewegung der Articulation des Kahnbeins mit dem Radius aber zeigte sich als identisch mit der totalen Bewegung der Hand gegen den Unterarm im Radiocarpalgelenke, während es, wie sich alsbald zeigen wird, nicht diese Articulation, sondern die des Mondbeins ist, die ausschliesslich diesem Gelenke angehört. Beugte ich dagegen nur das Carpalgelenk, wodurch die Hand also in die Ulnarflexion geführt wurde, so blieb der im Mondbein befestigte Stift unbeweglich stehen, während alle anderen sich volar- und etwas ulnarwärts herumdrehten. Bei weitem am meisten bewegte sich aber der im Kopfbein befestigte, viel weniger der im Kahnbein, noch weniger der im Pyramidenbein. Die Bewegung geschah also wesentlich in den drei Articulationen zwischen der ersten und zweiten Handwurzelreihe, war aber in denen des Kahn- und Pyramidenbeines nicht ganz so ausgiebig, wie in der des Mondbeins mit dem Kopfbein. Daher mussten Kahn- und Pyramidenbein noch einen kleinen Antheil der Bewegung in ihren Articulationen mit dem Unterarm und dem Mondbein machen, welches letztere allein mit dem Radius fest verbunden blieb. In der Verbindung zwischen

Mond- und Kopfbein aber geschah allein die volle Bewegung der Hand am Unterarm um die Carpalgelenksachse. Dagegen war es nach dem Obigen nicht diese Articulation, sondern die zwischen dem Kahnbein und der Hand, die sich als ausschliesslich diesem Gelenk zugehörig zeigte, wie die des Mondbeins mit dem Radius allein ausschliesslich dem Radiocarpalgelenk zukommt, aber auch dessen Bewegung nicht völlig macht.

Dieses kann auch durch Spurlinien anschaulich gemacht werden, obgleich die Anwendung derselben in den Handgelenken überhaupt eine ziemlich beschränkte ist, weil, abgesehen von der geringen Ausdehnung der einzelnen Flächen und also auch der auf ihnen projicirten Bewegungsspuren, auch die kleinen Unregelmässigkeiten, die in beiden Gelenken die Bewegung minder klar machen können, und die bei Isolirung einzelner Articulationen leicht erfolgende Störung des ganzen Zusammenhangs ihre exacte Darstellung sehr erschweren. Doch kann man sich immerhin deutlich genug überzeugen, dass in der Articulation zwischen Mondbein und Radius nur bei der Bewegung des Radiocarpalgelenks, in der zwischen Kahnbein und Hand nur bei der des Carpalgelenks Spurlinien gemacht werden können, dagegen in der des Kahnbeins mit dem Radius die Bewegung des Radiocapralgelenks in einer grossen, die des Carpalgelenks in einer kleinen Spurlinie, in der des Mondbeins mit dem Kopfbein die des Radiocarpalgelenks durch eine kleine, die des Carpalgelenks durch eine grosse zur Anschauung gebracht werden können, und zwar sind immer die durch Bewegung des Radiocarpalgelenks erzeugten Spurlinien mit dem volaren Ende etwas radialwärts, die des Carpalgelenks ulnarwärts gerichtet (Vgl. Fig. 8). Hieraus ergeben sich gerade wie oben die Neigungen der Achsen beider Gelenke gegen die Frontalebene und die Vertheilung der einzelnen Articulationen auf beide.

So sind die Rollen ausgetheilt, und ich kann nun zu der näheren Bestimmungen beider Gelenke und ihrer Achsen übergehen. Dabei werde ich mich ebenfalls aus den eben angeführten Gründen nicht sowohl auf die Construction von Spurlinien, als auf die directe Beobachtung der Bewegung stützen, deren relativ genaue Auffassung sich auch hier durch Einstecken von Stiften, die als Zeiger der Bewegung der einzelnen kleinen Knochen dienen, sehr erleichtern lässt. Lässt man mehrere derselben in der Gegend, wo eine Bewegungsachse aus einem Knochen austritt, aus demselben hervorragen, so beschreiben ihre freien Enden sowie auch die fixirten mehr oder weniger grosse Kreise um Punkte, in denen die gesuchte Achse die senkrecht zu ihr stehenden Ebenen, in denen diese Kreise liegen, schnei-

det. Wenn man diese Punkte, welche die Lage der Achse selbst bestimmen, mit einigermaassen geübtem Augenmass aufsucht, so gelingt es bald einen Stift so einzustecken, dass er bei Bewegung des Knochens, in dem er befestigt ist, keine andere sichtbare Bewegung mehr macht, als dass er sich um sich selbst dreht (und, wenn das Gelenk eine Schraube ist, mit dem freien Ende vor oder zurück verschoben wird). Dieser stellt dann schon ziemlich genau die Achse dar. Solche Bestimmungen können natürlich feiner mit dem Fernrohr ausgeführt werden, was aber in dem vorliegenden Falle ein ganz unfruchtbares Grossthun mit exacter Methode sein würde, da die immerhin etwas Wackeln zulassende Bewegung in ihrem constanten Typus auch ohne das genau genug bestimmt werden kann, zumal da man die gefundenen Bewegungsachsen doch nachher nicht nach Millimetern ihres Abstandes von absolut festen Punkten oder Graden ihrer Neigung gegen absolut feste Ebenen, sondern nur nach gewissen anatomischen Anhaltspunkten definiren kann. Noch weniger können die feinen Ausmessungen der Krümmung einzelner Berührungsflächen etwas nützen, da man, um die Richtung der Schnitte zu bestimmen, an denen sie gemacht werden sollen, die Achsen schon wissen muss, die man ja erst suchen will[1]). Die Bestimmungen der Achsen aber, deren höchst einfache Methode ich soeben vorgezeichnet habe, macht sich für beide hier zu behandelnde Gelenke am besten von Seiten des Kahnbeins, dessen Stellung bei ihrer Bewegung am sichtbarsten wechselt. Es zeigt am deutlichsten von seinen zu jedem Gelenke gehörigen convexen Schleifungsflächen bei Beugung des betreffenden Gelenkes einen dorsalen, bei Streckung einen volaren Streifen freiliegend und sein vom hinteren Ende der Gelenkfläche für den Radius zum vorderen der mit Trapez- und Trapezoidbein articulirenden gerichteter Längsdurchmesser stellt sich in Folge dessen bei Radialflexion in die Richtung der Längsausdehnung des Radius, von dem er so das Trapezbein möglichst weit abhebt, bei Ulnarflexion legt er sich quer, wobei man auch im Leben deutlich die ziemlich spitze Ecke der mit dem Trapezbein articulirenden Fläche, von der sich dieses gleichzeitig entfernt (die sogenannte Tuberositas), in der Vola fühlen kann, wo die Sehne des M. flexor

---

[1]) Aus diesem Grunde ist leider die grosse Sorgfalt, welche Günther auf solche Messungen am Handgelenk gewandt hat, ganz unfruchtbar, weil er die Schnitte, die er dann ausmass, immer senkrecht auf jene in der Einleitung erwähnten hypothetischen Achsen genommen hat, die, wie bereits gezeigt, weder im einen, noch im anderen Gelenke dem Modus der Bewegung zum Grunde liegen.

carpi radialis an ihr herabläuft. (Vgl. Fig. 4. 5.) Das Mondbein dagegen stellt sich bei Beugung des Radiocarpalgelenks und Streckung des Carpalgelenks (Radialflexion) mit seinem volaren dicken Ende, bei Beugung des Carpalgelenks und Streckung des Radiocarpalgelenks (Ulnarflexion) mit seinem dorsalen dünneren Theile zwischen Radius und Kopfbein (Vgl. Figg. 2. 3. 5. 6.).

I. Radiocarpalgelenk. Die Achse der Bewegung zwischen der ganzen Hand und dem Radius kann, wo sie aus dem Radialrande austritt, direkt beobachtet werden, wenn man die oben schon beschriebene direkte Ueberführung der extremen Streckung in die sogenannte Radialflexion langsam ausführt; doch muss man dabei nicht den Radius festhalten, sondern die Hand. Denn, wenn die Hand der bewegte Theil ist, so bleibt kein Punkt an der sichtbaren Oberfläche des Kahnbeins still stehen, obgleich es die convexe Gelenkfläche trägt; aber am Radius kann man, wenn man ihn in der vorgeschriebenen Richtung bewegt, einen Punkt der Oberfläche bestimmen, der still steht und von den Bewegungsbahnen aller andern umkreist wird, in dem also die Achse der Bewegung aus dem Knochen hervortritt. Dieser Punkt liegt aber an der am meisten gegen die Hand vorragenden Spitze des Radius unmittelbar am vordern Rande der Sehnenscheide, in der die Mm. extensores carpi radiales über die Dorsalfläche des Radius hinverlaufen. (Vgl. Figg. 4. 5.) In diesem Punkte gelingt es nun nach einigem Probiren einen geraden Stift so zu befestigen, dass andere in seiner Umgebung aufgesteckte ihn bei der Bewegung des Radius sämmtlich umkreisen, während er selbst auch mit seiner Spitze keine Drehungsbahn mehr beschreibt, sondern seine Richtung genau beibehält (so lange er noch nicht ganz gut gerichtet ist, sieht man sehr deutlich wie er bei der Drehung einen Kegel beschreibt), und auch eine progressive Bewegung ist constant nicht an ihm zu bemerken, daher also die Bewegung nicht schraubenartig ist. Die Richtung des Stiftes und also der Achse ist nun aber der Art, dass sie in den Knochen eintretend sogleich die Berührungsfläche der Articulation mit dem Kahnbein an ihrer radialen Spitze durchsetzend in diesen Knochen übergeht und weiter fortgesetzt gedacht das Erbsenbein schneidet (Vgl. Fig. 1.). Daraus ergiebt sich von selbst, dass sie mit der Gelenkfläche des Radius ulnarwärts ein wenig divergirend auch auf dem Längsdurchmesser des Vorderarmes nicht genau aber doch nahezu senkrecht steht, mit ihrem ulnaren Ende aber, wie schon oben gezeigt, etwas volarwärts gerichtet ist.

Damit ist nun zwar der Charakter der Articulation zwischen Kahnbein und Radius, an welcher zunächst allein beobachtet wurde, nicht vollständig definirt, da sie nach den obigen Bestimmungen auch an der von dieser ganz verschiedenen Bewegung des Carpalgelenks einen kleinen Antheil nimmt, so dass also für sie die Annahme einer nur durch den Zusammenhang mit dem ganzen System beschränkten arthrodialen Bewegungsmöglichkeit, die man gewöhnlich dem ganzen Gelenk substituirt hat, richtig ist. Die Bewegung aber, mit der sie sich an der des Radiocarpalgelenks betheiligt, ist hiermit gefunden und ist identisch mit der ganzen Bewegung zwischen Radius und Hand, da die Articulation zwischen dieser und dem Kahnbein bei derselben still steht. Es ist nun also nur noch die Frage, wie sich die anderen mitbetheiligten Articulationen dabei verhalten. Die des Mondbeins mit dem Radius, welche allein ausschliesslich an dieser Bewegung Theil nimmt, ist nicht leicht direct zu beobachten. Doch zeigen die obigen allgemeinen Bestimmungen an den hervorragenden Stiften, sowie auch Spurlinien, die in ihr entworfen werden können mit ihren etwas radialwärts gerichteten volaren Enden, dass die Bewegung dieser Articulation wesentlich ebenso vor sich geht, wie die der vorigen, nur etwas minder ausgiebig. Dafür muss dann der kleine Antheil Verschiebung zwischen Kahnbein und Mondbein und ein gleichzeitiges Mitdrehen der Articulation zwischen Mond- und Kopfbein, die an sich betrachtet eine reine Arthrodie zu sein scheint, im Sinne der Radiocarpalgelenksbewegung ergänzend eintreten. Dabei gleitet der ulnare Rand der Gelenkfläche des Kopfbeins über den entsprechenden am Mondbein etwas hinaus und es wird damit zugleich der schmale Streifen Gelenkfläche des Hakenbeins, mit dem es das Mondbein berührt, von demselben abgehoben. (Vgl. Fig. 2.) Er verhält sich also zum Radiocarpalgelenk nicht als eine Schleifungsfläche, sondern als Hemmungsfläche der Streckung, bei welcher er fest aufschliesst. In gleicher Weise wird das Hakenbein natürlich auch gegen das Pyramidenbein verschoben, mit dem es sich nur am radialen Rande mit einer kleinen abgerundeten wirklich schleifenden Articulationsfläche berührt. Die ulnaren Ränder ihrer Gelenkflächen dagegen entfernen sich bei der Beugung dieses Gelenks beträchtlich von einander und hemmen also andrerseits, wenn sie sich berühren, ebenfalls die Streckung. Dasselbe gilt endlich auch von den Berührungsflächen zwischen dem Pyramidenbein und der auf dem Ende der Ulna ruhenden Bandscheibe (Vgl. Fig. 2.). Sie haben gar keine con-

stant auf einander schleifende Partie, sondern werden in Folge der Neigung, welche die Beugung des Radiocarpalgelenks nach der Radialseite hat, bei dieser Bewegung ganz von einander entfernt und schliessen erst wieder völlig bei der Streckung. Diese ganze Hemmung der Streckung tritt aber nicht plötzlich auf, weil, wenn die betreffenden Flächen des Pyramidenbeines schon anfangen zu schliessen, doch in Folge der Verschiebbarkeit zwischen diesem Knochen und dem Mondbein die Bewegung noch etwas fortgehn kann. Die Beugung wird geschlossen durch die Berührung der Volarfläche des Kahnbeins und Mondbeins mit dem Radius.

Die schwierigste Frage in Bezug auf den Zusammenhang der Articulationen dieses Gelenks bleibt nun noch, wie es in ihrer Einrichtung begründet ist, dass die Drehungsantheile der beiden betheiligten Articulationen des Mondbeins, deren Summe der Drehung zwischen Kahnbein und Radius entspricht, sich immer nur gleichzeitig und nicht beliebig auch einmal nach einander abwickeln können. Die Erklärung hierfür findet sich aber in einem Umstande, der beweist, dass die ganze Einrichtung keine absolut feste Congruenz zum Grundprincip hat, nämlich in einer geringen Abweichung der Achsen der einzelnen Articulationen von der Hauptachse der ganzen Bewegung. Dies Verhältniss erkennt man sogleich an einem senkrecht zu dieser Achse gelegten, also nahezu sagittalen Durchschnitt durch das Mondbein. Hier sieht man deutlich an der Krümmung der Schnittcurven der Berührungsflächen, dass die Achse des einfachen Ginglymus zwischen Radius und Mondbein noch im letzteren liegt, also noch einige Linien entfernt vom Krümmungsmittelpunkt im Capitulum des Kopfbeins vorbeizieht, durch den doch für die Articulation zwischen Mond- und Kopfbein auch die Achse seines Antheils an der Drehung dieses Gelenkes hindurchgehen muss (Vgl. Fig. 6.). Wenn nun die oben definirte Achse der Gesammtbewegung der Hand etwa im vorderen Rande der Berührungsfläche zwischen Kopf- und Mondbein diesen Schnitt durchsetzt, so ist klar, dass zwar genau genommen, Drehungen um jene beiden andern einer einfachen um diese nicht entsprechen können, dass aber auch die Ungenauigkeit, vermöge deren sie es wirklich doch thun, am kleinsten wird, wenn sie nicht nach einander sondern mit einander verbunden neben ihr hergehen.

Die Muskeln des Radiocarpalgelenks sind der Flexor radialis und Extensor ulnaris, deren Verlauf über die Tuberositas des Kahnbeins und die Dorsalfläche des Pyramidenbeins hin gespannt, weit genug von der Achse entfernt vorbeizieht, um

einen guten Hebelarm zur Drehung um dieselbe zu haben, während der der Extensores radiales und des Flexor ulnaris sie nach den obigen Bestimmungen über ihre Lage schneidet, oder doch so nahezu scheidet, dass von einer Drehungswirkung dieser Muskeln auf dieses Gelenk keine Rede sein kann.

II. Carpalgelenk [1]). Die Achse der Bewegung zwischen der ersten Handwurzelreihe und der übrigen Hand kann ebenfalls, wo sie aus dem Radialrande der Hand austritt, direct beobachtet werden. Dabei erhält man freilich zunächst nur das Bewegungsgesetz der Articulation des Kahnbeins mit der Hand, welche nach den obigen Bestimmungen zwar ausschliesslich diesem Gelenke angehört, aber die Bewegung desselben nicht ganz vollständig macht, weil sich das Kahnbein gleichzeitig auch gegen den Radius verschiebt; es wird sich aber keine wesentliche Verschiedenheit der Hauptbewegung von der dieses einfachen Ginglymus ergeben. Auch hier muss man nicht den Radius, sondern die Hand festhalten und dann den Radius bewegend zwischen voller Streckung und Ulnarflexion wechseln, weil hier die Achse aus dem Kahnbein austritt. Der Punkt der Oberfläche, welcher bei dieser Bewegung still steht, liegt wie beim Radiocarpalgelenk dicht am Rande der zugehörigen Berührungsfläche (des Kahnbeins mit dem Trapezbein), die sich also auch gegen ihn hin zuspitzt, auf der Höhe der in die Vola vorragenden Tuberosität dicht hinter der über diese hinziehenden Sehnenscheide des M. flexor radialis. Befestigt man in ihm ganz in der oben beschriebenen Weise einen Stift, welcher die Achse repräsentirt, indem er sich bei der Bewegung nur um sich selbst dreht, so tritt seine Richtung durch die Hand hindurch fortgesetzt gedacht aus der Dorsalfläche des Pyramidenbeines, über welche die Sehne des Extensor ulnaris hinzieht, wieder hinaus (Vgl. Figg. 1. 4. 5. 8.). Im Kahnbein geht sie zunächst durch die Rolle, mit welcher das Trapez- und Trapezoidbein articuliren, und tritt dann durch den sagittal gestellten Theil der Gelenkfläche, welche das Kahnbein der Hand zukehrt, in das Kopfbein. Hiernach kann man sich leicht die Form für die Be-

[1]) Die sinnreiche Schematisirung dieses Gelenks, die Henle (Bänderlehre S. 88) gegeben hat, darf wohl nur als eine schöne Formulirung der Formbeschreibung aufgefasst werden, nicht als eine Erklärung des Mechanismus. Denn gerade die Drehung um eine dem Längsdurchmesser der Hand entsprechende Achse, die nach derselben als die ursprüngliche Bestimmung des Gelenks erscheinen würde, ist nicht nur nicht vorherrschend in demselben, sondern sogar so absolut als möglich gerade hier ausgeschlossen. Richtiger ist, wie schon erwähnt, die Achse dieses Gelenks von H. Meyer dargestellt.

rührungsfläche dieser grössten Articulation der Hand schematisiren. Die Erzeugungslinie der Rotationsfläche, die ihr zum Grunde liegt, schneidet die Achse mit ihrer gegen das Kahnbein convexen ulnaren Hälfte; an diese schliesst sich die radiale gegen die Hand convexe so an, dass sie die Achse an ihrer Austrittsstelle aus dem Knochen wieder erreicht. (Vgl. Fig. 7.) Daraus ergiebt sich, dass im radialen Theile der Articulation das Kahnbein, im ulnaren das Kopfbein die Convexität der Rolle trägt. Diese Rotationsfläche kann man sich freilich nicht zu einem ganzen Rotationskörper ergänzt denken, weil die Erzeugungslinie ihn selbst in Stücke schneiden würde; bis zu einer halben Umdrehung aber ist sie sehr wohl als Berührungsfläche eines congruenten Drehgelenks anwendbar. Man kann auf der Convexität des Kahnbeins sehr schöne Spurlinien zeichnen, die zuweilen ein wenig schief gegen die Achse zu stehn scheinen. Doch ist dies kaum nöthig, da sich die Grenzen zwischen Trapez- und Trapezoidbein in einer deutlich die Richtung der Bewegung zeigenden Kante auf ihr markirt. Das letztere steht übrigens bei der Beugung immer etwas von der Gelenkfläche des Kahnbeins ab.

Zu der Bewegung der soeben definirten Articulation summirt sich nun, wie schon bewiesen, eine kleine gleichsinnige zwischen Kahnbein und Radius so, dass beide der ausgiebigeren, die gleichzeitig in der kleinen Arthrodie zwischen Kopf- und Mondbein vor sich geht, gleichkommen. Dabei muss sich natürlich auch das Kahnbein gegen das Mondbein verschieben. Die schmale Berührungsfläche zwischen diesen beiden Knochen ist nahezu eben, aber so gestellt, dass man sie als ungefähr senkrecht auf der Achse des Radiocarpalgelenks annehmen kann, an dessen Bewegung sich demnach diese kleine Articulation mit einer einfachen Drehung betheiligt. Natürlich aber steht sie demgemäss gegen die Achse des Carpalgelenks ziemlich schief. (Vgl. Fig. 8.) Zu diesem verhält sich also die kleine Bewegung, mit der sie ihm zugehörig ist, gewissermaassen wie ein Schraubengang, der an der rechten Hand links gewunden ist[1]). Daher nähern sich Kahn- und Mondbein bei der Beugung des Carpalgelenks, bei der Streckung dagegen entfernen sie sich von einander, so dass die Wölbung der Handwurzel vermindert und das Lig. carpi volare proprium stark angespannt wird. Der Zusammenhang des Ganzen wäre nun sehr einfach, wenn die Bewegung zwischen Mond- und Kopfbein auch einfach eine Schraubenbewegung um dieselbe

[1]) Nach gewöhnlichem Sprachgebrauche, rechts gewunden nach Listing.

Achse wäre, um welche die Articulation zwischen dem Kahnbein und der Hand eine in der Regel reine Drehung macht. Dies wird aber durch die directe Beobachtung an den Stiften, die man in der oben beschriebenen Weise die Bewegung des Gelenks darstellen lässt, nicht bestätigt (denn ein im Kopfbein steckender ändert bei der Bewegung ein wenig seine Neigung gegen eine zu jener Achse senkrechte Ebene), und es kann auch nicht sein, da, wie bereits angedeutet, die kleine Articulation zwischen Mond- und Kopfbein eine sphärische Berührungsfläche hat. Wenn es sich daher nun doch zeigt, dass die Bahn, welche die Bewegung des Kopfbeins gegen das Mondbein und also, weil nach den obigen Bestimmungen das Mondbein still steht, auch die Totalbewegung der Hand gegen den Radius bei Drehung des Carpalgelenks durchläuft, mit der, in welcher sich die Hand gegen das Kahnbein bewegt, volarwärts ein wenig convergirt, so muss der Grund hiervon darin liegen, dass die Achse, um welche sie vor sich geht, also die eigentliche Hauptachse des Gelenks, vom Mittelpunkt des Kopfbeinköpfchens aus nach der Radialseite hin ein wenig hinter der oben beschriebenen liegend mit dieser divergirt, also gegen die Medianebene des Körpers um ein Geringes weniger geneigt ist. Da diese geringe Abweichung indessen schwer genauer zu definiren ist, so kann man sehr gut die oben gefundene Achse auch als Hauptachse des Carpalgelenks beibehalten. Wenn nun, wie es in der That den Anschein hat, der Krümmungsmittelpunkt der Berührungsfläche zwischen Radius und Kopfbein, durch den doch auch die Achse der Drehung gehn muss, mit der sich diese Articulation an der Bewegung des Carpalgelenks betheiligt, noch etwas weiter nach hinten liegt als jene Achse der Totalbewegung, so ergiebt sich hier dieselbe kleine Ungenauigkeit des ganzen Zusammenhangs wie beim Radiocarpalgelenk, vermöge deren zwei Drehungen um etwas verschiedene Achsen einer einfachen um eine dritte entsprechen, und welche auch hier wieder als Grund für die gleichzeitige Abwickelung der Einzelbewegungen betrachtet werden kann.

Der schmale Streifen Berührungsfläche zwischen Mond- und Hakenbein (vgl. Fig. 8.), von dem oben gezeigt wurde, dass er sich zu der Drehung, mit welcher die Articulation zwischen Mondbein und Hand an der Bewegung des Radiocarpalgelenkes Theil nimmt, als Hemmungsfläche der Streckung verhält, kann sich, wenn er durch diese Streckung des Radiocarpalgelenkes zum Schliessen gebracht ist, an der Bewegung, mit der sich die Articulation an der des Carpalge-

lenks betheiligt, ebenfalls schleifend betheiligen und hilft dann ihren Charakter als einfache Achsendrehung bei dem übrigens arthrodialen Bau der Articulation bedingen. Aehnlich ist die gleichzeitige Verschiebung des anstossenden kleinen congruent schleifenden Theiles der Gelenkflächen, welche das Hakenbein dem Pyramidenbeine zukehrt. Der grössere Theil derselben steht dagegen auch zu der Bewegung des Carpalgelenkes in dem Verhältniss von Hemmungsflächen. Denn, wenn auch ihr ulnarer Rand nicht in der oben beschriebenen Weise durch Beugung des Radiocarpalgelenkes zum Abstehen vom Pyramidenbein gebracht ist, so klafft die kleine Articulation doch bei Streckung des Carpalgelenkes auf der Volarseite, bei Beugung auf der Dorsalseite. (Vgl. Fig. 3.) Das Hakenbein macht also auf dem Pyramidenbein bei der Drehung des Carpalgelenkes eine rollende Bewegung, durch welche der Contact der volaren Ränder beider Knochen für die Beugung dieses Gelenkes, der dorsalen für die Streckung die Hemmung einleitet. Dies geschieht aber wie beim Radiocarpalgelenk nicht plötzlich, weil, wenn der Contact schon beginnt, doch in Folge der Verschiebbarkeit zwischen Mond- und Pyramidenbein, sowie zwischen diesem und der auf dem Ulnarköpfchen ruhenden Bandscheibe die Bewegung noch etwas weiter gehen kann. Definitiv geschlossen wird sie nach Seiten der Beugung durch Contact am volaren Rande der Mondbeinfläche, nach Seiten der Streckung an der Dorsalseite des Kahnbeins; namentlich scheint das Trapezoidbein eigentlich nur bei voller Streckung ganz genau an der Kahnbeinrolle aufzuschliessen.

Die Muskeln des Carpalgelenkes sind der Flexor ulnaris und die Extensores radiales, die weit genug von seiner Achse entfernt vorbeigespannt sind, während die Richtung, in der der Flexor radialis und Extensor ulnaris wirken, dieselbe nach obiger Bestimmung schneidet.

Wenn ich nun schliesslich das Gesammtresultat dieser Betrachtungen zusammenfasse, so ergiebt sich, dass der Bewegungsapparat der Handwurzel eine Combination von zwei Gelenken mit einfacher Achsendrehung ist, und dass die beiden Achsen von einer rein transversalen Lage gegen die sagittale in verschiedenem Sinne etwas abweichen, sodass man sich die Drehung um jede von ihnen in einen grösseren Antheil einer Drehung um eine transversale und einen kleineren um eine sagittale zerlegt denken kann. Combiniren sich nun die Drehungen in beiden Gelenken so, dass sich die grösseren Drehungsantheile um die Querachse summiren, so heben sich die kleineren um die sagittale auf; combiniren sie sich umgekehrt,

so heben sich die grösseren Antheile auf und die kleineren summiren sich zur Ränderbewegung. Beide Achsen verändern natürlich ihre gegenseitige Lage nicht, die des Carpalgelenks aber ändert bei der Bewegung des Radiocarpalgelenks ihre Lage gegen den Radius (vgl. Fig. 4. 5.), sowie umgekehrt die des Radiocarpalgelenks bei der Bewegung des Carpalgelenks ihre Lage gegen die Hand. Zu jedem Gelenke gehört eine typische Articulation, die ebenfalls nur eine einfache Achsendrehung hat. Ausserdem betheiligen sich an der Bewegung beider, wenn auch in sehr ungleichem Maasse zwei Arthrodieen ebenso, wie sich die Arthrodie zwischen Radius und Oberarm an der Drehung um zwei verschiedene Achsen combinirter Gelenke betheiligt. Wenn sich nach diesem Schema absolut feste Körper absolut congruent schleifend an einander sollten bewegen können, so müssten diese beiden Athrodieen einen gemeinsamen Krümmungsmittelpunkt haben und in diesem müssten sich die Achsen der beiden Gelenke schneiden. Wenn dies nun aber nicht genau zutrifft, so beruhen eben darauf die kleinen elastischen Freiheiten dieses vielgegliederten Mechanismus. Zu den beiden Knochen, welche vermittelst dieser vier zu zwei Gelenken zusammentretenden Articulationen das verbindende Mittelglied zwischen dem Unterarm und der Hand ausmachen, gesellt sich ein dritter, dessen wechselndes Klaffen und Aufschliessen an den ihm zugekehrten Oberflächen der Hand und des Unterarmes die Bewegungen beider Gelenke hemmt ohne sie doch plötzlich zum Stillstehen zu bringen. Auf dieser Elasticität des Hemmungsapparates beruht die federnd maassvolle Haltung einer zierlichen Handbewegung, sowie dadurch auch das verhältnissmässig seltene Vorkommen von Luxationen dieses doch so wenig durch Bandmassen befestigten Gliedes erklärt wird, da gerade das plötzliche Schliessen der Hemmungsflächen die Auseinanderhebelung der Berührungsflächen bei den meisten Luxationen bedingt. Der Verlauf der über die Handwurzel hin gespannten Muskeln ist so geordnet, dass wie am Fusse, obgleich der beide Gelenke trennende Skeletabschnitt selbst keine Insertionen derselben trägt, doch jedem Gelenke sein eigenthümliches bewegendes Kräftepaar zukommt.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Ansicht der Handwurzel von der Volarseite bei voller Streckung beider Gelenke. *R C* nach vorn gerichtetes Ende der Achse des Radiocarpalgelenkes. *C* nach vorn gerichtetes Ende der Achse des Carpalgelenkes.

Fig. 2 und 3. Ansicht der Hand von der Dorsalseite.

Fig. 4 und 5. Ansicht der Handwurzel von der Radialseite (der Punkt an der Spitze des Radius bezeichnet die Stelle, wo die Achse des Radiocarpalgelenkes hervortritt, die Linie am Volarende des Kahnbeines die Achse des Carpalgelenkes).

Fig. 2 und 4. Beugung des Radiocarpalgelenkes (seine convexen Gelenkflächen zeigen sich auf der Dorsalseite), Streckung des Carpalgelenkes (Radialflexion).

Fig. 3 und 5. Beugung des Carpalgelenkes (seine convexen Gelenkflächen zeigen sich auf der Dorsalseite), Streckung des Radiocarpalgelenkes (Ulnarflexion).

Fig. 6. Sagittaldurchschnitt durch das Mond- und Kopfbein.

Fig. 7. Schema zur Construction der Berührungsfläche zwischen dem Kahnbein und der Hand. Erklärung im Text.

Fig. 8. Ansicht der Handwurzel vom Gelenke aus, das Mond- und Pyramidenbein weggenommen. Spurlinien beider Gelenke vom Radius auf dem Kahnbein, vom Mondbein auf dem Kopfbein. *C* Achse des Carpalgelenkes. Diese Figur ist von der rechten Hand genommen, alle anderen von der linken.

Der symptomatische Knieschmerz bei Coxitis chronica.

Von

Dr. v. Schleiss.

Leibchirurg S. M. des Königs von Bayern.

Das Hüftgelenkleiden, welches Coxitis chronica, Coxarthrocace oder Coxalgia genannt zu werden pflegt, wird in seinem Uebergang in das freiwillige Hinken, Luxatio spontanea, vorzüglich auch aus dem Grunde so selten aufgehalten, weil sein Anfang, in welchem es sowie jede andere Krankheit am leichtesten zu heilen ist, man kann wohl sagen in der Regel nicht erkannt oder verkannt wird. Noch lange ehe diese Krankhait ihren gewöhnlichen Namen Coxalgia — Hüftschmerzen — zu führen berechtigt ist, geht diesem, unserer Erfahrung wenigstens nach, kein anderes Zeichen als der Knieschmerz voraus. Eine besonders bei Kindern nach anhaltendem Gehen eintretende Müdigkeit wird für natürliche Folge der gemachten Bewegung und die Klage über Schmerzen im Knie für übertrieben gehalten. Wird aber denn doch das Knie einer oberflächlichen Untersuchung gewürdiget, so äussert das Kind beim Druck auf das Knie keinen Schmerz, klagt auch in horizontaler Lage nicht mehr über einen solchen.

Der Grund dieses symptomatischen Knieschmerzes bei Coxalgie wurde bekanntlich entweder in einer Sympathie zwischen Knie und Hüftgelenk oder in einer fortgepflanzten oder übergesprungenen Entzündung von dem oberen Ende des Oberschenkelknochens auf sein unteres Ende, oder in einer fortgepflanzten oder reflectorischen Reizung, Hyperämie oder Entzündung der Nn. obturatorius, cruralis oder ischiadicus, oder in einer krampfhaften Anspannung des M. psoas und iliacus intern. und davon abhängigen Reizung des N. cruralis oder

in einer mechanischen durch die Verlängerung des Beines hervorgebrachten Anspannung der Muskeln und Nerven des Schenkels gesucht. Aber am Anfang der Krankheit, wo noch keine beträchtliche Verlängerung der Extremität vorhanden ist, auch der Mangel an Schmerz beim Drucke oder Stoss auf das Hüftgelenk oder den grossen Trochanter noch keinen hohen Grad von Entzündung im Hüftgelenk selbst vermuthen lässt, kann von einer Spannung der Nerven keine Rede sein, und es lässt sich nicht leicht ein Grund finden, warum ein Reflexschmerz auftritt, wo kein Entzündungsschmerz, von dem jener seinen Ursprung hätte, vorhanden. Eine fortgepflanzte oder übergesprungene Entzündung des unteren Knochenendes des Oberschenkelbeines oder eine Neuritis am Knie müsste durch Druck auf das Knie nachweissbar sein, was nicht der Fall ist. Es ist auch nicht gut einzusehen, warum bei einem Reiz des N. obturatorius, cruralis oder ischiadicus der Schmerz nur an deren Verzweigungen am Knie und nicht auch an den übrigen, am Ober- und Unterschenkel, oder am Fusse auftreten sollte?

Ich habe mir in jüngster Zeit eine von den bisherigen abweichende, und so viel ich weiss noch nicht versuchte Erklärung von dem symptomatischen Knieschmerz bei Coxalgie zu eigen gemacht, und lege sie hier den verehrten Collegen zur Prüfung vor. Es sind vorzugsweise Menschen von gracilem Körperbau oder scrophulösem Habitus, welche — und häufigst schon in zartem Alter — von diesem Hüftgelenkleiden befallen werden. Die Muskeln und Bänder solcher Menschen sind schlaffer und besitzen eine geringere Elasticität, als die robusten Körperbaues. Nach einem ermüdenden langen Stehen, Gehen oder Laufen kann bei jenen leicht sich ereignen, dass die Muskeln eines ihrer Oberschenkel einen Nachlass in der Contractionskraft erleiden, den Oberschenkel nicht mehr straff genug an das Becken anhalten, und da das Bein schwerer erscheint, dieses auch schwerer bewegen. Die untere Extremität wird mit einem grösseren Gewicht an dem Hüftgelenkkapselband hängen und dieses dehnen, was seine constitutionelle Schlaffheit ohnediess leichter ermöglichen lässt. Die Folge davon ist nun, dass während des Gehens der Oberschenkelknochen sich senkt, hiedurch auf der Kniegelenkfläche der Tibia schwerer aufliegt, auf diese somit einen D r u c k ausübt, welcher, wie mir dünkt, als K n i e s c h m e r z sich kund giebt, das beinahe nie fehlende Symptom bei schleichender und chronischer Hüftgelenkentzündung. Diese anatomischen Verhältnisse, dass der Knochen in der Pfanne seines

oberen Gelenkes hängt, und wenn er nicht fest an dieselbe angehalten wird, sich senkend auf den Kopf des in seinem unteren Gelenke mit ihm verbundenen Knochen als seinen Stützpunkt einen Druck ausüben kann, finden sich wie bei dem Oberschenkel in keinem anderen Gliede so ausgezeichnet gegeben, nur in geringerem Maasse an dem Oberarm. Daher ist auch mit chronischen Schultergelenkleiden zuweilen ein Ellenbogenschmerz verbunden, wahrscheinlich in dem Momente, wenn der Oberarm hängen gelassen wird und man sich mit der Hand leicht auf irgend eine Unterlage, z. B. seine eigene Hüfte stützt. Es ist daher auch einleuchtend, dass an Coxalgie zu leiden Anfangende in horizontaler Körperlage keinen Schmerz im Knie, wohl aber einen solchen beim Gehen klagen, weil im Momente der schwebenden oder hängenden Stellung der Oberschenkelknochen im Kniegelenk auf die Tibia durch sein Gewicht einen Druck ausüben kann. Bei der Untersuchung in horizontaler Lage giebt der Kranke in der Regel keinen Schmerz im Knie kund; — und wenn auch an demselben beim Drucke ein Schmerz objectiv wahrnehmbar wird, so ist wahrzunehmen, dass durch den öfter stattgefundenen und länger andauernden Druck des sich senkenden Oberschenkels die Kniegelenkknorpel allmälig in hyperämischen und subphlogistischen Zustand versetzt worden sind, ja der erwähnte Druck kann sogar die Veranlassung zum Ueberspringen des Entzündungsprocesses von dem Hüftgelenk auf das Kniegelenk geben. Das Gefühl der Erkrankung des Hüftgelenkes, die Coxalgia, ist wahrscheinlich aus dem Grunde noch nicht erwacht, weil die constitutionelle und schon krankhaft erhöhte Relaxation der Hüftgelenkbänder eine Spannung der meistens primitiv erkrankten Gelenkkapsel noch nicht zulässt, welche Spannung gleich zu achten ist einem mechanischen Druck, der auf das entzündete Organ ausgeübt wird. Diese Spannung tritt aber ein, wenn die Kapselmembranen in einen höheren Grad von Hyperämie versetzt sind, wenn das in ihnen stagnirende Blut und entzündliche Exsudat ihr Gewebe dichter und straffer gemacht hat. Im ganz gesunden Zustande verursacht die an dem oberen Knochen im Gelenk hängende Gliedmaasse durch ihr Gewicht eine Spannung der Gelenkkapsel, wenn die Muskeln, welche das untere Glied an das obere angezogen halten, in ihrer Contractionskraft einen Abbruch erlitten haben. Die Spannung der Gelenkkapsel verursacht ein schmerzhaftes Gefühl, ein Wehe. Am häufigsten tritt ein solches im Ellenbogen ein, wenn die Oberarm- und Vorderarmmuskeln durch anstrengende Arbeiten im Erschlaff-

ungs- oder Ermüdungszustand sich befinden. Daher kommt es auch, dass Leute, welche schwere Handarbeit verrichten, so gerne den Ellenbogen auf irgend eine Stütze legen, wodurch die schmerzhafte Spannung der Ellenbogengelenkkapsel aufgehoben wird. Ist das Schultergelenk im entzündlichen oder rheumatischen Zustande, so kann der Kranke die hängende Stellung des Oberarms nicht ertragen, die Schmerzen hören auf oder werden gemildert, wenn dem Arm am Ellenbogen eine passende Stütze gegeben wird. Derselbe Fall tritt auch bei Entzündung des Hüftgelenkes ein, schneller und mit heftigeren Schmerzen verbunden, wenn die Entzündung acut, langsamer und mit geringeren Schmerzen, wenn sie mehr schleichend und chronisch ist. Ein mit Coxalgie behafteter vermeidet daher stets sein Bein hängen zu lassen, und strebt der Spannung der Hüftgelenkkapsel dadurch entgegenzuwirken, dass er den Oberschenkel in die Höhe hebt und gegen den Rumpf hinaufzieht.

Dass eine Erschlaffung der Muskeln und der Hüftgelenkkapsel den Grund abgeben könne, zur Senkung des Oberschenkels und der davon abhängigen Verlängerung des Beines, kann meines Erachtens durch die Abwesenheit einer solchen Verlängerung bei halbseitiger Lähmung nicht entkräftet werden, weil der Zustand eines erschlafften Muskels ein anderer ist als jener eines gelähmten; — bei jenem liegt der Grund des geringen Grades der Functionsthätigkeit in ihm selbst, bei diesem liegt der Grund seiner Funktionsunthätigkeit ausser ihm, in dem ihn beherrschenden Bewegungsnerven; ein durch Skrophulosis erschlaffter Muskel ist qualitativ schlecht genährt, ein gelähmter Muskel wird quantitativ schlecht genährt oder atrophisch. Und wenn man auch bezüglich der Extremitätsverlängerung bei Coxalgie eine Erschlaffung skrophulöser derjenigen gelähmter Muskeln gleich erachten wollte, so hat dieses Zugeständniss keinen Bezug auf die Gelenkbänder. Diese sind nicht der willkürlichen Bewegung unterworfen und es hat eine Lähmung auf sie keinen Bezug, und es könnte sogar die Abwesenheit einer Verlängerung der unteren Extremität bei halbseitiger Lähmung als ein Beweiss dafür angesehen werden, dass bei der Extremitätsverlängerung bei an Coxalgie leidenden Skrophulösen vorzüglich die Hüftgelenkkapsel es ist, welche erschlafft und verlängert ist. Auch die Weber'schen experimentellen Erfahrungen, ,,dass nämlich nach Durchschneidung der Muskeln an der Leiche der Gelenkkopf in der Gelenkpfanne bleibt, dass er aber austritt, sobald durch einen Einstich in die Gelenkkapsel Luft in die Gelenkhöhle einge-

drungen, und wenn nach Durchschneidung des Ligamentum teres die Einstichöffnung verklebt wird, der Gelenkkopf durch den Druck der atmosphärischen Luft von aussen her abermals in der Pfanne zurück bleibt," — auch diese Erfahrungen geben noch keinen Beweiss gegen die Ansicht ab, dass die Erschlaffung der Hüftgelenkkapsel eine Senkung des Oberschenkels und eine Verlängerung der Extremität begründen kann, im Gegentheil erleidet durch die theilweise Continuitätstrennung die Gelenkkapsel an der Leiche eine theilweise Erschlaffung, und das Ligamentum teres ohnediess normal schon verhältnissmässig lang, wird durch das Schwergewicht des Beines mechanisch noch mehr verlängert, was also eher für als gegen die Ermöglichung einer Extremitätsverlängerung von Seite der Gelenkbänder spricht. Wenn man aber von der ausrenkenden Gewalt des atmosphärischen Luftdruckes nach dem Einströmen der Luft in die geöffnete Gelenkhöhle einen Schluss zieht auf die Richtigkeit der zur Zeit herrschenden Annahme, dass die Verlängerung der Extremität bei Coxalgie von einem Druck einer entzündlich exsudativen Flüssigkeit im Hüftgelenk herrühre, so scheint mir dieser Schluss etwas gewagt, weil der Druck einer 2—3 Unzen betragenden Flüssigkeit in der Gelenkhöhle nicht wohl gleichzustellen ist dem Druck Einer Atmosphäre, welchem der Oberschenkelkopf ausgesetzt wird, sobald Luft in die Gelenkhöhle eintritt. Es ist ferner noch sehr zu bezweifeln, ob bei einem Lebenden während seines Gehens nach Durchschneidung des runden Gelenkbandes und nach Wiederverklebung der Gelenkkapselwunde, der Gelenkkopf sowie an der Leiche in der Gelenkpfanne verharren, ob nicht eine Luxation erfolgen würde. Weniger der Expansivdruck, den ein paar Unzen Flüssigkeit auf den Gelenkkopf des Oberschenkelbeines auszuüben vermögen, als vielmehr die durch diesen Expansivdruck nothwendigerweise bewirkte Ausdehnung, also Verlängerung der Gelenkkapsel und des runden Bandes, scheint mir der Grund dieser Extremitätsverlängerung zu sein. Die Verlängerung der Extremität ist auch bedeutender scheinend während des Gehens und Stehens, wofür das gewisse Nachschleifen des kranken Beines der an Coxalgie Leidenden, während sie gehen, zeugen mag, als wenn man den Kranken in horizontaler Lage untersucht. Bei einer solchen Untersuchung scheint uns gewöhnlich anfänglich die Verlängerung bedeutender, — man sucht hierauf durch Ziehen am gesunden Beine und Hinaufschieben des kranken Beines beide Extremitäten in die richtige Lage zu bringen, so dass zuletzt die Verlängerung des

kranken Beines einen Abtrag zu erleiden scheint, welcher bei der Veränderung der Körperstellung aus der horizontalen in eine senkrechte wieder einem Plus der Verlängerung Platz macht. Gesetzt aber auch, die Verlängerung der Extremität werde nicht durch die krankhafte Schlaffheit und Dehnbarkeit der Hüftgelenkbänder hervorgebracht, sondern eine gewisse Menge Synovialflüssigkeit oder Eiter wäre für sich im Stande den Gelenkkopf von der Gelenkpfanne weg und abwärts zu drücken, wie dieses gewiss der Fall ist bei Knochenauftreibung entweder der Pfanne oder des Gelenkkopfes des Oberschenkelbeines oder bei Zwischenlagerungen zwischen diesen beiden von Fett oder Neubildung, so bleibt die Wirkung davon immerhin dieselbe: „ein Druck durch den Oberschenkelknochen auf die Kniegelenkknorpel und die Gelenkfläche der Tibia fortgepflanzt," und der Druck der Gelenkknoren des Ossis femoris und der Gegendruck des Schienbeines kann ebenso gut als der Grund des Knieschmerzes bei solchen schon weit vorgeschrittenen Hüftgelenkleiden gelten, als Anfangs einer chronischen Coxitis die Senkung des Oberschenkels in seiner Hängelage bei aufrechter Körperstellung, welche durch die Schlaffheit der Hüftgelenkkapsel und die constitutionelle und durch relative Anstrengung vermehrte Erschlaffung der zur Bewegung des Oberschenkels bestimmten Muskeln veranlasst werden kann.

Die Bewegung des Kopfes in den Gelenken der Halswirbelsäule.

Von

Dr. **W. Henke,**
Privatdocenten in Marburg.

(Hierzu Tafel II.)

Der Gesammtmechanismus der Halswirbelsäule, welcher die freie Beweglichkeit des Kopfes auf dem ruhenden Rumpfe vermittelt, besteht aus drei ziemlich einfachen Elementen: 1) dem Gelenk zwischen dem Hinterhaupte und dem Atlas, 2) dem Gelenk zwischen Atlas und Epistropheus, 3) den Gelenken der Halswirbel abwärts vom Epistropheus, die einander vollständig gleichen und jedes einzeln einen so kleinen Spielraum haben, dass nur durch die Summirung ihrer Einzelbewegungen ein dem der oberen einfachen Gelenke nahe kommender Ausschlag für die Gesammtbewegung resultirt. Von diesen dreien habe ich das mittlere, welches die freieste Beweglichkeit besitzt und auch in rein theoretischer Beziehung ein besonderes Interesse erregt, schon früher zum Gegenstand einer kurzen Darstellung gemacht [1]), wozu ich jetzt kaum etwas hinzuzufügen habe. Es bleibt daher nur übrig, den Typus der einfachen Bewegung auch für die beiden andern kurz zu definiren und dann das Zusammenwirken des Ganzen in's Auge zu fassen.

Das Gelenk zwischen Hinterhaupt und Atlas hat bekanntlich eine doppelte Beweglichkeit um zwei einander senkrecht überkreuzende Achsen ohne aber noch um eine dritte drehbar zu sein. Die Achse der ausgiebigsten Drehung steht senkrecht auf der Medianebene; die andere verläuft in

---

[1]) Diese Zeitschrift III. Reihe II. Band S. 114.

der Medianebene annähernd sagittal doch mit dem vorderen Ende etwas emporgerichtet. Denn bei der Neigung nach rechts wendet sich die Front ein wenig nach links herum. Eine Drehung um eine senkrechte Achse ist dagegen nicht ohne beträchtliches Klaffen, wie es im Leben nicht vorkommen kann, möglich. Das Gelenk ist daher keine Arthrodie, sondern es gehört zu dem Typus von um zwei Achsen drehbaren Gelenken, die nicht möglich wären, wenn das Princip des congruenten Schleifens von Berührungsflächen absolut fester Körper in den die Knochen verbindenden Gelenken mit voller Strenge durchgeführt wäre. Die Berührungsfläche gehört keiner Kugeloberfläche an, in deren Mittelpunkte sich die möglichen Umdrehungsachsen schneiden müssten, sondern die beiden erwähnten Achsen überkreuzen sich so, dass der der queren nächste Punkt der sagittalen höher liegt als jene, da die nahezu kreisförmige Begrenzung der Durchschnitte senkrecht zur Querachse bedeutend stärker gekrümmt izt als die der senkrecht zur anderen geführten, welche sich vom rechten durch das linke Gelenk fortsetzen [1]).

Die mathematische Schematisirung für die um zwei Achsen drehbaren Gelenke kann, da sie nur in Folge der Dehnbarkeit des jeder solchen Schematisirung zu Grunde liegenden Princips möglich sind (weil es keinen andern um zwei Achsen drehrunden mathematischen Körper giebt als die Kugel, die es noch um unendlich viele ist), nur annährend gegeben werden, und es sind dabei kleine Willkürlichkeiten nicht ausgeschlossen. Am einfachsten gelangt man zu einem gemeinsamen Schema für alle hierher gehörigen Fälle auf dem schon von A. Fick [2]) eingeschlagenen Wege, dass man die Berührungsflächen als Stücke von Rotationsflächen auffasst, die der Kugel verwandt sind, indem sie wie diese durch Drehung eines Kreises um eine in seiner Ebene liegende Achse entstanden gedacht werden. Diese Achse schneidet dann aber nicht wie bei der Kugel den Mittelpunkt des Erzeugungskreises und, wenn sie seine Peripherie noch schneidet, kann natürlich nur das eine der beiden Stücke, in welches sie ihn zerschneidet, die Erzeugungslinie einer bestimmten Fläche sein. Ist es das kleinere, so entsteht eine längliche Walze, wie man sie wohl als

---

[1]) Vergl. Ludwig, Lehrb. der Physiologie S. 504.

[2]) Medicinische Physik S. 55. Hierin ist auch sogleich ein Beispiel der Willkür in der schematischen Erklärung gegeben, da Fick selbst den von ihm zuerst beschriebenen Typus des sattelförmigen Gelenkes ursprünglich anders nicht minder annähernd treffend schematisirt hat (diese Zeitschrift N. F. Bd. IV. S. 314.)

Typus der annähernd um zwei Achsen drehbaren Gelenke sich denkt, welche Henle[1]) Gelenke mit elliptischen Flächen nennt; ist es das grössere, so entsteht der Körper, den ich bereits an einer andern Stelle[2]) unter dem Namen des pomeranzenförmigen nachzuweisen versucht und schematisirt habe. Liegt endlich die Achse so weit vom Erzeugunskreise, dass sie ihn gar nicht mehr berührt, dass er also wieder ganz bewegt wird, so entsteht ein ringförmiger Körper, dessen der Achse zugekehrte Segmente die sattelförmigen Flächen darstellen, während sich die äuseren nur gradweise von denen des pomeranzenförmigen Körpers unterscheiden (ein solcher Ring kann auch als ein umgekrümmter Cylinder betrachtet werden, dessen Achse dann die der zweiten Bewegung ist). Sie sind endlich auch den sogenannten elliptischen Walzen in kleinen Segmenten sehr ähnlich und können als Schema derselben Gelenke dienen, indem dann nur im einen Falle die eine, im andern die andere von den beiden Achsen als die eigentlieh gesetzmässig typische betrachtet wird, denn streng genommen wäre ja bei allen diesen Formen der Berührungsflächen eben nur um die einzigmögliche Achse der Rotationsfläche Bewegung zulässig; in Folge geringer Abweichungen aber sind es noch andere, insbesondere die um eine die erste senkrecht überkreuzende Achse, die durch den Mittelpunkt des Erzeugungskreises geht. Ist nun wirklich bei einem zu analysirenden Gelenke von hierher zu ziehender Form die Drehung um eine Achse entschieden frei, die um eine zweite nur als kleine Nebenverschiebung möglich, so hält man sich natürlich an die erste. Wo aber beide Bewegungen gleich frei sind, kann jede Achse als die typische betrachtet werden.

Wendet man dies auf den vorliegenden Fall an, so kann man die Gelenkflächen, mit denen sich Atlas und Hinterhaupt berühren, entweder als Segmente einer länglichen Walze mit querliegender Achse betrachten oder auf einen ring- oder pomeranzenförmigen Rotationskörper zurückführen, dessen nahezu sagittale Achse etwas höher liegt als jene transversale. Im ersten Falle wäre die ausgiebigere Beugung und Streckung die sogenannte Nickbewegung als die typische betrachtet, im letzteren die Neigung zur Seite, die andere jedesmal als nur durch eine Ungenauigkeit zugelassen. Die letztere Auffassung

[1]) Bänderlehre S. 13. Das gewöhnliche Beispiel, das man dafür, wie ich gezeigt zu haben glaube, mit Unrecht anführt, ist das Radiocarpalgelenk. Es hat allerdings eine ähnliche Form, aber auch wirklich nur Eine Drehungsachse.

[2]) Diese Zeitschrift III. R. II. Bd. S. 169.

hat das für sich, dass die Bewegung von vorn nach hinten (obgleich die ausgiebigere) in vielen ausgeprägteren Fällen, die man wohl als besonders typische betrachten kann, in der That nicht ohne theilweise Aufhebungen der Congruenz möglich ist.

Die Gelenkflächen zerfallen nämlich in der Regel mehr oder weniger entschieden abgesetzt (zuweilen sogar durch einen Streifen Hemmungsfläche der Streckung getrennt wie in Fig. 1.) in vordere und hintere Hälften, die in vielen Fällen nicht ganz übereinstimmend gekrümmt sind und dann nur in einer zwischen Beugung und Streckung in der Mitte liegenden Stellung beide völlig congruent schliessen. Von da aus kann dann zwar die Seitenbewegung nach rechts und links mit Beibehaltung der congruenten Berührung, die ich deshalb als die reine typische betrachten möchte, ausgeführt werden, bei der Drehung um die Querachse aber fangen die einen oder anderen Halbflächen an zu klaffen und zwar bei Beugung (Neigung des Kopfes nach vorn) die vorderen, bei Streckung der hinteren, während die anderen schleifen. Dies erklärt sich daraus, dass die beiden Hälften des Kreisbogens, welchem der sagittale Durchschnitt der Gelenkflächen entspricht, so gegen einander geknickt sind, dass der Krümmungsmittelpunkt der vorderen etwas weiter nach hinten liegt, als der der hinteren. Wäre eine dergestalt gebrochene Kreislinie der Durchschnitt einer einfachen Walze mit querliegender Achse senkrecht zu dieser, so müsste die Bewegung in der Weise geschehen, dass, wenn das Schleifen der einen Halbfläche bis zum Schliessen der andern abgewickelt wäre, die Achse der Bewegung ein wenig gegen die erstere hinrückte; diese selbst käme dann sogleich vollständig zum Klaffen. Dies beobachtet man aber an bewegten Sagittalschnitten nur auf dem an die Tiefe der Einknickung, mit der beide Halbflächen zusammen grenzen, anstossenden Theile der betreffenden Fläche, während sich an dem entgegengesetzten Rande noch fortwährend die obere Fläche an die untere anstemmt (Vergl. Fig. 2. hier schliesst sich dann auch wohl noch ein Streifen Fläche an, der wieder mit der anderen also, wenn er auf dem vordersten Rande liegt, mit der hinteren übereinstimmend gekrümmt ist und mit ihr gemeinsam zum Schleifen und Klaffen kommt). Dies erklärt sich nun wieder, wenn man sich nach dem obigen Schema statt der Walze einen ringförmigen Körper mit auf der der Walze senkrechter Achse denkt. Denn wenn sich auf einem solchen Ringe ein entsprechender Hohlring um die Achse der Säule drehen soll, aus der er durch Krümmung um seine eigene Achse entstanden gedacht werden kann, so muss da, wo der

innere und äussere Umfang in einander übergehn, eine Anstemmung stattfinden, welche die Möglichkeit dieser Bewegung bei absolut congruentem Schleifen überhaupt ausschliessen würde. Es muss also jene Combination von zwei gegen einander geknickten Kreissegmenten betrachtet werden als die Erzeugungslinie eines Rotationskörpers, um dessen in der Medianebene von hinten nach vorn und ein wenig nach oben gerichtete Achse der Kopf auf dem Atlas seitwärts geneigt werden kann, während er sich gleichzeitig in der Medianebene vor- und rückwärts bewegen kann um die durch den Krümmungs-Mittelpunkt der jedes Mal schleifenden Halbfläche gehende Querachse [1]). Diese liegt also bei Beugung (Neigung des Kopfes nach vorn), da dann die hinteren Halbflächen, deren Krümmungsmittelpunkt weiter vorn liegt, in congruentem Schleifen begriffen sind, etwas weiter vorn als bei Streckung, während dagegen die der Seitenbewegung ihre Lage stets beibehält und deshalb als Hauptachse betrachtet werden kann.

Die Seitenbewegung ist auch ausserdem nicht so sehr viel weniger ausgiebig, als die um die Querachse, wie man gewöhnlich glaubt. Denn ihr Spielraum ist niemals gleichzeitig ganz frei, wie der der andern, sondern seine Grenzen werden von der einen zur andern Seite hin verschoben durch die Bewegung des Gelenks zwischen Atlas und Epistropheus; ihre äussersten Lagen aber sind nicht unbeträchtlich von einander entfernt, wie man sieht, wenn man auch dieses Gelenk sich mitbewegen lässt. Dies beruht auf der Verschiedenheit des Hemmungsapparates für die Bewegungen um beide Achsen. Die Bewegung um die Querachse, insbesondere die Streckung, wird geschlossen durch die Berührung von Hemmungsflächen, in welche die Schleifungsflächen an ihren vordern und hinteren Rändern übergehn, welche sich aber an der Seitenbewegung, wenn sie schliessen, noch schleifend betheiligen können. Hierzu tritt nur als ein geringes Hülfsmittel die Spannung der Bänder bei der Beugung. Die Seitenbewegung aber endigt nicht mit Berührung von über die ideale Fortsetzung der Schleifungsfläche vorragenden Knochenflächen, sondern durch die Spannung der Ligg. alaria, die an der Hinterfläche des vom Epistropheus zwischen die Gelenkköpfe des Hinterhauptes hinaufragenden Zahnfortsatzes entspringen; und

---

[1]) Der Mittelpunkt liegt dann freilich genau genommen in lateraleren Schnitten höher als in medialeren, was aber bei der geringen transversalen Breite der unter sich ja symmetrischen Gelenkflächen nicht in Betracht kommt.

zwar wird bei Neigung des Kopfes auf die rechte Seite der rechte Gelenkkopf des Hinterhauptes dem Zahnfortsatze genähert, der linke von ihm entfernt, also das linke Ligam. alare gespannt. Es leuchtet ein, dass dies früher geschehen wird, wenn seine Endpunkte bereits durch Drehung des Atlas (mit dem Gesicht nach rechts) um die senkrechte Achse des Epistropheus, welche mitten im Zahnfortsatz, also weiter nach vorn als die Ursprungsstelle jenes Bandes liegt, von einander entfernt waren, worauf ich bei der Betrachtung der combinirten Bewegungen, welche gleichzeitig in den verschiedenen Gelenken der Halswirbelsäule ausgeführt werden, noch einmal zurückkommen muss. Ehe ich aber hierzu übergehe, muss ich auch den Bewegungstypus der unteren Halswirbelgelenke noch einzeln betrachten.

Die Halswirbelgelenke abwärts vom Epistropheus haben ebenfalls eine zweifache Bewegungsmöglichkeit; erstens eine Fähigkeit zur Drehung um Querachsen, wobei also die Bahnen der Bewegung in der Medianebene liegen, zweitens eine solche, bei der sie ungefähr senkrecht auf ihr stehen, also die Achse der Bewegung selbst in der Medianebene liegt. Von diesen beiden ist verhältnissmässig die erste an den unteren, die zweite an den oberen Gelenken freier. Im Ganzen aber ist es jedenfalls die zweite, und es zeigt sich hier noch entschiedener als in dem Gelenke zwischen Hinterhaupt und Atlas die Bewegung von vorn nach hinten als die minder gesetzmässig ausgesprochene. Denn es findet bei ihr gar kein congruentes Schleifen der Gelenkflächen statt, sondern nur eine mit wechselndem Klaffen und Schliessen derselben verbundene grössere oder geringere Compression der Synchondrose; bei der Seitenbewegung dagegen findet ein regelmässig wechselndes congruentes Schleifen der Gelenkflächen statt. Die Lage der Querachsen, um welche die Halswirbel gegen einander so gedreht werden können, dass dadurch ein Theil der Neigung des Kopfes nach vorn oder hinten geliefert werden kann, ist daher auch keine ganz bestimmte. Bei steiferen Halswirbelsäulen mit wenig elastischen Synchondrosen, wie man sie wohl als die häufigeren betrachten kann, werden diese bei Beugung (Neigung des Kopfes nach vorn) nur an ihrer vorderen Seite bedeutend zusammengedrückt, während sie sich an der hinteren vielmehr nahezu entsprechend heben. Die Achse liegt dann in der Synchondrose und die nahezu horizontal gestellten Gelenkflächen werden mit der Beugung von einander abgehoben, während sie der Streckung durch ihr Aufschliessen Schranken setzen. Bei elastischeren

Halswirbelsäulen dagegen, deren Synchondrosen sich mehr im Ganzen zusammendrücken lassen und wieder ausdehnen, kann es vorkommen, dass die Querachse, um welche sich die Wirbel an einander zu drehen vermögen, weiter hinten und unten zu liegen kommt, und es kann dann auch ein höherer Grad von Streckung (Rückwärtsbeugung) wieder mit Auseinanderklaffen der Gelenkflächen zu Stande kommen. Ueberhaupt aber wird diese Form der Bewegung im Leben kaum anders als passiv in einiger Ausdehnung geschehn, da keine beträchtlichen Muskelkräfte die Beugung (nach vorn) auszuführen vermögen und also die Elasticität der Synchondrosen und die Nackenmuskeln die Streckung erhalten und das Klaffen der Gelenkflächen hindern.

Die Achse, um welche zwischen den Halswirbeln auch eine Seitenbewegung möglich ist, hat eine bestimmtere Lage, wenn dieselbe auch bei dem geringen Spielraum der Bewegung zwischen je zwei Wirbeln nicht sehr genau darzustellen ist. Ihre Richtung ist, wie schon die ganz einfache Betrachtung der Bewegungserscheinung lehrt, die entgegengesetzte, wie in dem Gelenke zwischen Hinterhaupt und Atlas. Sie verläuft nämlich in der Medianebene von vorn und unten nach hinten und oben. Denn, wenn man den oberen Wirbel auf dem unteren auf eine Seite neigt, so wird seine Front nicht wie dort die des Hinterhauptes nach der anderen, sondern nach derselben Seite gedreht. Was nun aber die Lage der Achse betrifft, so kann man mit ziemlicher Genauigkeit annehmen, dass sie die Mitte des vorderen Randes der Synchondrose schneidet. Denn dieser Punkt zeigt keine merkliche Verschiebung. Dem entsprechend kann man etwa in halber Höhe der Rückseite des oberen Wirbelkörpers einen Stift befestigen in der Richtung gegen jenen vorderen Punkt, der bei der Seitenbewegung des oberen Wirbels auf dem fixirten unteren stillsteht, was freilich nur annähernd genau beweisend ist, da sich bei dem kleinen Spielraum der Bewegung eine kleine Abweichung in Lage und Richtung nicht störend bemerkbar machen würde. Untersucht man nun das Verhalten der Gelenkflächen bei dieser Bewegung, so zeigt sich, dass sie nur in der Mittellage, bei der die Front beider Wirbel parallel gerichtet ist, beiderseits auf einander schliessen (vorausgesetzt, dass sie nicht schon durch Drehung um die Querachse von einander gehoben sind). Wenn aber die Seitenbewegung von da aus beginnt, so werden sie auf der einen Seite von einander abgehoben, während sie sich auf der andern congruent schleifend auf einander hinschieben; und zwar ist es bei

Drehung und Neigung des oberen Wirbels nach rechts die linke Gelenkfläche desselben, welche auf der des unteren vorwärts empor gleitet, während die rechte sich abhebt, also weniger steil abwärts als die Neigung der Berührungsfläche, welcher sie bei der Drehung nach der andern Seite congruent schleifend gefolgt sein würde, nach hinten bewegt wird. Beide halbe Bewegungsbahnen eines Punktes convergiren also in der Mittellage in einem gegen das untere Ende der Drehungsachse schwach convexen Winkel. Dies erklärt sich ziemlich einfach, wenn man, wie in dem Gelenk zwischen Atlas und Epistropheus, auch hier eine Combination von zwei Schrauben mit gemeinsamer Achse aber entgegengesetzter Windungsrichtung annimmt. Die Achse ist dann, da ihre Richtung den Winkel, welchen jene symmetrischen Hälften der ganzen Bewegungsbahn machen, halbiren muss, etwas steiler mit ihrem hinteren Ende nach oben gerichtet als ein auf dem Profil der Gelenkflächen errichtetes Perpendikel. Die linken Gelenkflächen sind dann Stücke einer linksgewundenen Schraube, auf der die Drehung geschieht, wenn die Front des oberen Wirbels nach rechts herumgeht, und umgekehrt. Der obere Wirbel nähert sich also nicht, wie der auf dem Epistropheus sich bewegende Atlas, dann dem oberen Ende der Drehungsachse, wenn er sich der Mittellage nähert, sondern, wenn er sich von ihr entfernt, was auch ganz natürlich ist, da sonst die Synchondrose trotz ihrer aufwärts concaven Krümmung bei jeder Seitenbewegung zu beträchtlich comprimirt werden müsste. Gehemmt wird die Bewegung nach jeder Seite sehr bestimmt auf derselben Seite durch das Anstossen der Vorderfläche des unteren Gelenkfortsatzes an die Hinterfläche des oberen Querfortsatzes. Zugleich stemmen sich auf derselben Seite die Ränder der Wirbelkörper an einander, wo sich auch zwischen ihnen eine kleine von Luschka[1]) als Halbgelenk beschriebene seröse Höhle findet, die sich auf der Seite, wo die Ränder der Wirbelkörper sich von einander entfernen, an der dann hier ausgedehnten Synchondrosenmasse hinstreckt, wo sie sich aber nähern, von derselben abgeschoben wird. Zur Ausführung der Bewegung sind mehrere Muskeln sehr günstig gelagert z. B. abgesehen von den kleinen, die von Wirbel zu Wirbel übespringen, Splenii und Trachelomastoideus zur Drehung nach derselben Seite, während der Sternocleidomastoideus nicht darauf wirken kann, weil er der Drehungsachse nahezu parallel gerichtet verläuft.

---

[1]) Halbgelenke. S. 71. Tafel I. Fig. 1. bb.

Beiläufig mag hier erwähnt sein, dass sich der zweifache Bewegungstypus der unteren Halswirbelgelenke ziemlich unverändert nur mit mehr und mehr verschwindend kleinem Spielraum für die Bewegung zwischen je zwei Wirbeln auch durch die ganze Brustwirbelsäule fortsetzt. Die Beugung derselben geschieht ebenfalls mit Zusammendrückung der Synchondrosen und geringem Klaffen der Gelenkflächen auf beiden Seiten [1]. Die Bewegung nach der Seite geschieht auch hier mit Klaffen der Gelenkflächen auf derselben und Schleifen auf der anderen Seite. Dass ihre Achse auch hier mit dem hinteren Ende empor gerichtet ist, sieht man deutlich ausgeprägt nur in der Karrikatur bei Skoliosen, wo die Front der in der Convexität derselben liegenden Wirbelkörper nach derselben Seite gewendet und geneigt ist.

Wenn man nun so veranlasst ist, die in der Medianebene liegenden Drehungsachsen in allen Gelenken der Halswirbelsäule als die eigentlich typischen zu betrachten, so ist es leicht sie auf einen gemeinsamen Typus zurückzuführen. Denn wenn man von den unteren unter sich übereinstimmenden Gelenken ausgeht, deren Achse nach oben und hinten gerichtet ist, so ist es sehr natürlich, dass oben, wo die Längsachse der Wirbelsäule nach vorn in die Schädelbasis hinein umgeknickt ist, auch die Gelenkachsen dieser Vorwärtsknickung folgen müssen. So wird denn die erste davon schon mit betroffene mit dem oberen Ende aus der Neigung nach hinten in die gerade senkrechte Lage aufgerichtet, die zweite sogar mit dem oberen Ende nach vorn nahezu sagittal umgelegt. Ein weiteres Eingehn in Einzelheiten zur Durchführung dieser Analogie würde zu unfruchtbaren Spielereien führen. Ich gehe deshalb nun zur Betrachtung der Gesammterscheinung über, in welche bei den Bewegungen des Kopfes die der einzelnen Gelenke zusammenfliessen.

Die Combination der Bewegungen in den einzelnen Halswirbelgelenken wird zunächst veranlasst durch die Anordnung der Bänder, welche die beiden obersten

---

[1] Die Elasticität der bei Beugung zusammengedrückten Synchondrosen begünstigt daher die Streckung und kann also die Inspirationsstellung des Thorax fördernd der Elasticität der Lungen entgegenwirken helfen. Dass überhaupt auch elastische Kräfte existiren, welche in diesem Sinne in den Respirationsmechanismus mit eingreifen, sieht man am leichtesten, wenn wenn man den Umfang des Thorax an der Leiche vor und nach Oeffnung der Pleura misst und im letztern Falle ein wenig vergrössert findet. Bei einer Messung in der Gegend des untern Sternalendes fand ich eine Differenz von etwa $^1/_2$ Centimeter für den halben Umfang.

überspringend vom Epistropheus zum Hinterhaupt über den Atlas hinweg ausgespannt sind. Sie steigen vom Zahnfortsatze und neben demselben ziemlich gerade in die Höhe um sich vor und neben dem Hinterhauptsloche zu inseriren. Die nächste Wirkung hiervon betrifft die einfache Bewegung des Gelenkes zwischen Atlas und Epistropheus, weil es, wie schon aus meiner früheren Abhandlung bekannt, einen dergestalt schraubenartigen Gang hat, dass der Atlas und mit ihm das Hinterhaupt bei Annäherung an die Mittellage, bei der das Gesicht nach vorn sieht, etwas in die Höhe rücken muss, was man am lebenden Menschen nachweisen kann (es beträgt etwa eine Linie [1]), die Höhe also eines zur ganzen Umdrehung ergänzten Schraubenganges, wie sie diesem Gelenke zu Grunde liegen, beiläufig einen Zoll, wenn man den Umfang der Drehung auf einer jeden der beiden symmetrischen Schrauben nach der Angabe von Henle auf höchsens 30^0 schätzen kann). Denn dadurch müssen jene Bänder nothwendig bei Annäherung an die Mittellage angespannt werden und durch den Widerstand, welchen sie dieser Anspannung entgegensetzen, ein Federn des Gelenkes gegen die extremen Lagen veranlassen, wie man es auch an frischen aus der Leiche genommenen Stücken noch sehr gut beobachten kann, an denen sich dieses Gelenk kaum in der Mittelstellung zur Ruhe bringen lässt. In demselben Sinne muss im Leben auch die Schwere des Kopfes auf dasselbe einwirken und seine Feststellung in der Mittelstellung muss daher im Leben das Resultat einer Muskelwirkung sein, deren geringfügigste Umsetzung es dann mit grosser Leichtigkeit nach der einen oder anderen Seite herum zu drehen im Stande sein wird. Eine zweite Wirkung aber der über die beiden obersten Gelenke hingespannten Bänder ist der schon oben bei der Analyse der einfachen Bewegung zwischen Hinterhaupt und Atlas angedeutete Zusammenhang dieser mit der zwischen Atlas und Epistropheus. Denn die von der Hinterfläche des Zahnfortsatzes, also hinter der in demselben liegenden senkrechten Drehungsachse, entspringenden Bänder werden sowohl die Bewegung um diese als auch die Seitenbewegung des Kopfes auf dem Atlas durch ihre Spannung zu hemmen im Stande sein, und zwar das linke Lig. alare die Drehung zwischen Atlas und Epistropheus, durch welche das Gesicht

---

[1]) Wie auch nach der Abbildung von Henle (Bänderlehre Fig. 35.) deren Objekt man sich doch wohl in Mittelstellung zu denken hat, das Ueberragen der Gelenkfläche des Zahnes über die entsprechende des Atlas nach unten in dieser Mittelstellung.

auf die rechte Seite herumgewendet wird, und die Neigung des Kopfes auf dem Atlas nach der rechten Seite (in geringerem Grade wird auch die Beugung oder Neigung nach vorn um die Querachse in diesem Gelenke durch Spannung eines jeden Lig. alare gehemmt, da dasselbe auch hinter dieser Querachse des oberen Gelenkes vorbei verläuft). Wenn daher die eine von diesen beiden Bewegungen schon sehr ausgesprochen ist, wird die andere, da das Band schon hiedurch angespannt wurde, in höherem Grade gehemmt und nicht in voller Ausgiebigkeit mehr ausführbar sein. Dieser hemmende Einfluss der einen Bewegung auf die andere kann sogar zu einem direct bewegenden im entgegengesetzten Sinne werden, wie man noch am Präparate sieht. Denn, wenn man bei fixirtem Epistropheus den Atlas mit der Front nach rechts herum dreht, so neigt sich das Hinterhaupt von selbst nach links und ein wenig hintenüber; wenn man aber auf dem fixirten Atlas den Kopf nach rechts neigt, so dreht sich der frei herabhängende Epistropheus ebenfalls nach rechts, was also einer Wendung des Gesichts auf ihm nach links entspricht [1]). Dass an dieser Inducirung der einen Bewegung durch die andere wirklich nur die Spannung des Lig. alare (hier des linken) Schuld ist, kann sofort dadurch bewiesen werden, dass man es auf einer Seite durchschneidet, worauf der Versuch nur noch bei den Bewegungen nach der Seite gelingt, nach der dieselben gerichtet sein müssen um das noch ungetrennte Band anzuspannen. Dieser Zusammenhang nun wird in der Regel so hervortreten, dass die Drehung zwischen Atlas und Epistropheus durch willkürliche Action des dazu sehr günstig angelegten Sternocleidomsatoideus und anderer Muskel primär eingeleitet wird und die des oberen, die freilich auch an sich schon zum Theil durch dieselben Muskeln, insbesondere eben den Sternocleidomastoideus eingeleitet werden würde, hinzutritt. Denn die erstere ist die freiere, die mit grösserer Leichtig-

[1]) Es kommt zuweilen vor, dass man sich durch eine schnelle Drehung des Kopfes nach der einen Seite verbunden mit Rückwärtsschieben der entgegengesetzten Schulter (z. B. beim Waschen des Nackens) eine Zerrung in der Muskulatur an der Seite der unteren Halswirbel, wahrscheinlich am levator anguli scapulae zuzieht, und es bleiben dann für einige Tage alle Bewegungen der unteren Halswirbel und der Schulter schmerzhaft. Als ich mir kürzlich auch einmal diese Unbequemlichkeit zugezogen hatte, konnte ich sehr gut den Gang des nicht schmerzhaften Restes von Kopfbewegung controlliren, der rein in den beiden obersten Gelenken zu Stande kommt. Es musste sich, wenn die Seitenbewegung schmerzlos bleiben sollte, die oben bezeichnete Neigung nach der anderen Seite und nach hinten zugesellen.

keit und Deutlichkeit hervortretende und daher die andere die minder bewusst willkürliche, während dagegen die Drehung des Kopfes um die Querachse, die nach dem Obigen ebenfalls mit inducirt werden könnte, sich doch stets je nach der Richtung, die dem Blicke gegeben werden soll, für sich bestimmt oder modificirt. Hierin findet sich dann die einfache Erklärung der Erscheinung, für die ich in meiner früheren Abhandlung zwei verschiedene Erklärungsversuche gab, von denen Meissner [1]) den einen mit Recht gering angeschlagen, den anderen mit Unrecht desto mehr gebilligt hat. Denn die Neigung der Achse des Epistropheus nach vorn, aus der ich die Neigung des Kopfes nach links bei Drehung nach rechts ableiten wollte, wird bei aufrechter Stellung kaum merklich sein können (man kann sie durch einen auf der Höhe des Zahnfortsatzes befestigten Stift markiren, der der Vorderfläche des Körpers, welche wohl für gewöhnlich als beiläufig senkrecht betrachtet werden kann, nahezu parallel gerichtet ist). Die unteren Halswirbelgelenke aber, deren Mitbewegung ich auch zur Erklärung jener Erscheinung herangezogen hatte, werden zunächst nach dem oben über sie gesagten durch den Sternocleidomastoideus überhaupt nicht in Bewegung gesetzt; wenn sie aber doch an der Wendung des Gesichts auf die Seite Theil nehmen, muss in Folge der Neigung ihrer Achsen mit dem oberen Ende nach hinten vielmehr die entgegengesetzte gleichzeitige Neigung, als welche hier erklärt werden sollte, dadurch herbeigeführt werden. Daher neigt sich denn auch wirklich, wenn man sie bei starker Wendung auf eine Seite zu Hülfe nimmt, das Gesicht nicht mehr auf die entgegengesetzte sondern auf dieselbe Seite. Dass aber dieses Miteingreifen der unteren Gelenke erst bei starker Seitwärtsdrehung benutzt zu werden pflegt, hat seinen Grund darin, dass sie bei weitem nicht so leicht, wie nach dem Obigen das sehr frei gleitende Gelenk zwischen Atlas und Epistropheus in Bewegung von der Mittellage aus versetzt werden können, da, wenn sie sich der Seitenlage nähern, trotz der Annäherung des oberen Wirbels an das obere Ende der Drehungsachse, dem auch schon die Schwere des Kopfes widerstrebt, doch die Synchondrose etwas gepresst wird.

Nach diesen Bemerkungen ist es leicht sich das Gesammtbild der in allen Halswirbelgelenken zu Stande kommenden Kopfbewegungen zu construiren. Doch ist es nicht uninteres-

---

[1]) Bericht über die Fortschritte der Anat. und Physiol. im Jahre 1857. S. 530.

sant hierbei noch etwas zu verweilen, da diese resultirende Erscheinungsform der dem Kopfe mitgetheilten Stellungswechsel zum grossen Theile das bedingt, was man den Ausdruck des Blickes nennt und unter diesem Namen, bei dem man sich dann ein mysteriöses Etwas, das in den Augen liegen müsse, aber nicht näher definirt werden könne, zu denken pflegt, als Hauptorgan des reinsten Seelenausdruckes in Poesie und Prosa feiert. Der Blick ist aber doch zuletzt nur die Hinlenkung des Sehorgans auf den Gegenstand, mit dem man sich beschäftigt, die theils durch eigene Bewegung der Augen, theils dann aber durch die des Kopfes ausgeführt wird. Dieser Vorgang, so einfach er im Grunde ist, lässt doch so manche bedeutungsvolle und der berechnenden Controle des klarbewussten Willenseinflusses mehr oder weniger entzogene Modificationen zu, dass sich in ihm sehr wohl die Anmuth, die Schiller als die Schönheit in der Bewegung definirt, und namentlich auf die mehr unwillkürlichen kleinen Modificationen der an sich rein willkürlichen Bewegungen bezieht, oder das Gegentheil aussprechen kann. Zunächst fragt es sich, welches der einfachste und natürlichste Weg ist um mit Hülfe der Bewegung des Kopfes, die sich mit der der Augen in diese Aufgabe theilt, die Sehachsen auf irgend einen Punkt hinzurichten. Zu diesem Zwecke genügen Bewegungen um die Querachse und die senkrechte, deren Zustandekommen aus dem Obigen leicht abgeleitet werden kann. Die erste kommt sehr einfach nnd rein heraus, wenn nur der Zug der Nackenmuskeln bald mehr bald weniger nachlässt oder der Schwere des Kopfes, die ihn in dem Gelenke, durch das er auf dem Atlas ruht, beständig vorn herabtreibt, entschiedener entgegenwirken. Die Drehung um die senkrechte Achse geschieht am leichtesten und freiesten durch Drehung des Atlas auf dem Epistropheus, mit der sich dann, wie oben gezeigt, stets eine Neigung des Kopfes im oberen Gelenke verbindet. Da jede mässige Drehung des Kopfes auf eine Seite naturgemäss so beginnt, so wird sich bei einer solchen immer zunächst der Kopf auf die entgegengesetzte Seite und erst bei starker Drehung durch Hinzutreten der Bewegung in den unteren Gelenken im Gegentheil auf dieselbe hinneigen. Jede Abweichung von diesem einfachsten Gange der Bewegung und der daraus entspringenden Combination von Wendung des Gesichts durch Drehung um die senkrechte Achse mit Neigung durch Drehung um die sagittale macht an sich schon den Eindruck des Unnatürlichen, des Affectirten, wenn sie nicht etwa in dem Zwecke der Bewegung des Blickes begründet

ist. Dies kann nun aber allerdings auf mancherlei Weise wirklich der Fall sein. Es kommt uns in vielen Fällen insbesondere, wo der Blick nicht nur einen praktischen Zweck, sondern einen anschauenden Genuss verfolgt, nicht nur darauf an die Sehachsen auf einen bestimmten Punkt zu richten, sondern auch dem verticalen Horopterdurchschnitt oder der Linie, in der sich die Ebenen der verticalen identischen Meridiane des Auges schneiden, eine bestimmte Richtung im Verhältnis zu dem betrachteten Object zu geben; z. B. bei Objecten von symmetrischer Anordnung stellt man ihn womöglich parallel gegenüber der Richtung, auf welche sich die Symmetrie der Form des Körpers bezieht, oder, was dasselbe ist, die Linie, welche die beiden Augen verbindet, parallel dem Querdurchmesser des Objectes. Unter solchen Verhältnissen kann auch eine ziemlich gezwungene Kopfstellung zum Ausdruck einer sehr natürlichen Hingebung an einen Gegenstand sein, wie z. B. in dem Bilde der Madonna aus dem Hause Colonna im Museum zu Berlin gerade die ungewöhnliche Neigung des Gesichts nach derselben Seite, nach welcher es herumgedreht ist, den Eindruk hervorbringt, dass der Blick der Mutter im beglückten Anschaun des kindlichen Gesichtes ausruht, weil sie nur so ihren Horopter in die soeben angedeutete Stellung zu demselben, welche zu einer auf reines Wohlgefallen zielenden Betrachtung die günstigste ist, zu bringen vermag; während ganz dieselbe Haltung ohne diesen Causalzusammenhang, den Jeder auch unbewusst durchfühlt, vielmehr die widerwärtigste Koketterie und Manier ausdrücken würde, die aus so vielen lebenden und gemalten Gesichtern nur gröberen Sinnen imponirend spricht. Es ist leicht einzusehen, wie die feineren Verschiedenheiten der Art, wie sich diese Stellungswechsel mit den eigenen Bewegungen der Augen combiniren, sowie die grössere oder geringere Leichtigkeit, mit der sie ausgeführt werden, zu den aller mannichfachsten Schattirungen des Ausdrucks Anlass geben können. Näher auf derartige Betrachtungen einzugehen ist hier nicht der Ort; doch schien es mir berechtigt sie wenigstens anzudeuten, um zu zeigen, wie die angeblich so trockenen mechanischen Betrachtungen die engste Beziehung zu den höchsten Sphären der Thätigkeit des Organismus darbieten, in deren Zergliederung Psychologie und Physiologie unmittelbar zusammengrenzen.

Unterscheidung von Erhöhungen und Vertiefungen unter dem Mikroskope.

Von

Dr. H. Welcker.

Unbestreitbar das Wichtigste bei jeder mikroskopischen Untersuchung ist die richtige Ausdeutung des unter dem Mikroskope erscheinenden Bildes. Da nun in dem neuesten klassischen, das Mikroskop und dessen Gebrauch behandelnden Werke [1]) gerade über den in der Uebersshrift genannten, für die mikroskopische Diagnose nicht unwichtigen Gegenstand, wie mir es scheint, theils Unzureichendes, theils nicht Richtiges gegeben ist, so erlaube ich mir, auf jenes bereits früher von mir beregte Capitel der mikroskopischen Technik [2]) mit wenigen Worten zurückzukommen [3]).

I. Diagnose mittelst Schiefbeleuchtung.

Eine Verwechselung kleiner Erhöhungen und Vertiefungen mikroskopischer Objekte hält Harting (a. a. O. § 285) darum für leicht möglich, weil die eine wie die andere Form, bei durchfallendem wie bei auffallendem Lichte, sich „durch einen Schlagschatten“ zu erkennen gebe, der sogar in

---

[1]) Das Mikroskop von P. Harting. Deutsche Originalausgabe, vom Verf. revidirt und vervollständigt. Aus dem Holländischen übertragen von Theile.

[2]) Diese Zeitschr., N. F. VI. 172 und VIII. 241.

[3]) Der verehrte Verfasser des trefflichen, aus dem Heimathlande des Mikroskops uns zugekommenen Werkes möge mir verzeihen, wenn ich mit Tadel und Einwendungen einem einzelnen Paragraphen seines Werkes entgegentrete, während fast jede Seite desselben zum lauten Ausspruche des ungetheiltesten Beifalls und des Dankes auffordert. Aber es handelt sich hier nicht um die Recension eines Buches, sondern ich möchte nur einige von mir gemachte Angaben stützen, gegenüber den abweichenden Angaben einer so gewichtigen Autorität.

beiden Fällen vollkommen gleich sein könne, dessen Lage zur Lichtquelle aber bei dem mikroskopischen Sehen uns die wahre Form des Objektes, indem uns der hierzu erforderliche Maassstab mehr oder weniger fehle, nicht so ohne Weiteres erschliessen lasse, wie dies bei dem gewöhnlichen Sehen der Fall sei. Es erfolge aber bei dem zusammengesetzten Mikroskope eine Täuschung um so leichter, „weil das ganze Bild hier verkehrt erscheint, die Schatten also gerade in entgegengesetzter Richtung fallen, d. h. bei einer Erhöhung der Lichtquelle zugewendet, bei einer Vertiefung dagegen von der Lichtquelle abgewendet sind.“

Ich bemerke hiergegen: Schlagschatten kommen bei durchfallender Beleuchtung gar nicht vor, und auch bei auffallendem Lichte nur dann, wenn ein nicht durchscheinendes Objekt von schräg auffallendem Lichte getroffen wird. Man beobachte ein mit aufrecht stehenden Erhöhungen besetztes opakes Objekt bei auffallender Beleuchtung unter dem einfachen Mikroskope [1]): jede Erhöhung zeigt einen der Lichtquelle abgewendeten Schlagschatten. Man beobachte dagegen ein durchscheinendes, d. i. ein als Linse wirkendes Objekt, z. B. ein auf einer schwarzen Tafel liegendes Amylonkörnchen, bei auffallender Beleuchtung [2]) unter der Loupe: — das Amylonkörnchen zeicht den lichtärmeren Theil seiner Oberfläche, der aber nichts weniger als beschattet ist, auf der Seite der Lichtquelle, und von ihr abgewendet zeigt es seinen Focus. Dass diese auf Linsenwirkung der Objekte beruhende Vertheilung des Hellen und Dunkeln jener von gewöhnlicher Beleuchtung und Beschattung herrührenden allerdings täuschend ähnlich sehe, habe ich a. a. O. hervorgehoben.

Wo bei durchfallendem Lichte ein scheinbarer „Schlagschatten“ sichtbar wird, da ist dies stets eine Folge von Schiefbeleuchtung (sei dieselbe nun durch Seitwärtsstellung des Spiegels oder des Diaphragma oder durch irgend ein anderes Mittel erzeugt), und nur auf solche Fälle kann Harting's obige Angabe bezogen werden, wiewohl in jenem

---

[1]) In welcher Weise die Vertheilung von Hell und Dunkel bei den gegebenen Objekten sich unter dem Compositum zeigen würde — nämlich einfach in umgekehrter Ordnung — erhellt von selbst.

[2]) Dass diese „auffallende“ Beleuchtung durchscheinender Objekte eigentlich keine auffallende ist, sondern eine durchfallende, wenn auch nicht vom Mikroskopspiegel, sondern direkt von dem Fenster aus, dies bedarf kaum einer Erinnerung.

§ das Wort „Schiefbeleuchtung“ nicht gebraucht ist[1]). Wenn nun Harting den „Schatten“ eines erhöhten Objekts in Folge der Bildumkehrung des Compositums „auf die der Lichtquelle zugewendete“ Seite fallen lässt — so ist dies allerdings die Seite, auf welche ein „Schatten“ zu liegen kommen müsste. Aber die Erscheinung **ist gar nicht so,** sondern es findet sich der vermeintliche Schatten erhöhter Objekte bei dem Compositum auf der dem Spiegel abgewendeten Seite.

Der vermeintliche Schlagschatten gewölbter durchscheinender Objekte ist, wie ich hier nochmals wiederhole, kein Schatten, sondern er ist die lichtärmere Partie des einer Convexlinse analog wirkenden gewölbten Körpers; den durch die Schiefbeleuchtung zur Seite gebogenen Focus desselben zeigt uns das Mikr. simplex auf der dem Spiegel abgewendeten, das Compositum auf der Spiegelseite.

Erkennung des Reliefs ist, wie auch Harting hervorhebt (§ 201), die wesentlichste Bedeutung der Schiefbeleuchtung; ich habe bereits früher darauf aufmerksam gemacht, wie bei jener fehlerhaften Auffassung, dass die Schiefbeleuchtung durch Schattenerzeugung wirke, jedesmal die convexen Objekte als concav, die concaven als convex gedeutet werden müssten.

II. Diagnose mittelst Tubusverschiebung.

Zur Unterscheidung von erhaben und vertieft empfiehlt Harting weiterhin (§ 885) die „Veränderung des Abstandes des Objektes,“ welche in den meisten Fällen zum Ziele führe, „es müsste denn die Erhöhung oder Vertiefung **ganz unbedeutend sein.**“ Aber diese letzteren Fälle, bei welchen nach Harting die Tubusschiebung uns im Stiche lässt, sind oft gerade die, deren Entscheidung am wichtigsten und wünschenswerthesten erscheint. Hier kann es nun nach Harting nöthig werden, „das Objekt in einer Richtung zu betrachten, die senkrecht zu der früheren ist;“ die napfförmige Vertiefung der Blutkörperchen, die Tüpfel verholzter Pflanzenzellen werden als Beispiele angeführt, wo die Profillage den gewünschten Aufschluss biete. Aber wie oft ist es geradezu unmöglich, gewisse kleine Objekte in jene Lage zu verbringen, oder einen Durchschnitt zu fertigen, welcher die fragliche Erhöhung oder Vertiefung im Profile zeigt? Für diese Fälle nun gab ich ein Unterscheidungsmittel in der Hebung

---

[1]) § 201. findet sich die ausdrückliche Erklärung, dass das schief durchfallende Licht genau ebenso, wie schräge Haltung bei mikroskopischen Objekten, nämlich durch Erzeugung von Schatten wirke.

und Senkung des Tubus, indem ich nachwies, dass die feinsten punktförmigen Erhöhungen und Vertiefungen, indem dieselben nach Art der Convex- und Concavlinsen wirken, **sich optisch different verhalten.** Der Gang der Lichtstrahlen durch kugelförmige Objecte, deren eine nach Art der Convexlinsen, die anderen wie Zerstreuungslinsen wirken, findet sich bei Harting (§ 275) vortrefflich erörtert und durch Abbildungen erläutert; aber ich vermisse eine Bestätigung oder eine Widerlegung meiner Angabe, dass jene kleinsten gewölbten und vertieften Objekte, als deren Repräsentanten ich das aufgetrocknete Spermatozoid und den Mikrometertheilstrich beschrieb, schwarz oder licht erscheinen je nach der Tubusstellung (und zwar die gewölbten licht beim Erheben, die vertieften licht beim Senken des Tubus), und dass diese Erscheinung auf die Linsenwirkung jener Objekte zurückzuführen ist und ein sicheres — oftmals das einzige — Mittel abgiebt für die Erkennung ihrer Gestalt.

Auf verschiedene bei Anwendung der von mir gegebenen Einstellregel zu beobachtende Cautelen ist hier keineswegs der Ort nochmals einzugehen, und ich verweise in dieser Beziehung durchaus auf meine frühern Mittheilungen.

Noch habe ich in folgender Uebersicht die verschiedenen möglichen Arten der Vertheilung von Hell und Dunkel bei schiefbeleuchteten Objekten nach der von mir gegebenen Auffassung zusammengestellt.

I. Beobachtung bei auffallendem Lichte.

Objekt.	Mikr. simplex.	Compositum.
a. Gewölbtes, opakes Objekt, z. B. opake, aufwärts gerichtete Papille.	Schlagschatten auf der der Lichtquelle abgewendeten Seite.	Schagschatten auf der der Lichtquelle zugewendeten Seite.
b. Gewölbtes, durchscheinendes Objekt, z. B. Amylonkörnchen.	Dunkel auf der der Lichtquelle zugewendeten Seite.	Dunkel auf der der Lichtquelle abgewendeten Seite.
c. Vertiefte Stelle eines opaken Objektes.	Schlagschatten auf der der Lichtquelle zuwendeten Seite.	Schlagschatten auf der der Lichtquelle abgewendeten Seite.
d. Vertiefte Stelle eines durchscheinenden Objektes.	Dunkel auf der der Lichtquelle abgewendeten Seite.	Dunkel auf der der Lichtquelle zugewendeten Seite.

II. Beobachtung bei durchfallendem Lichte.

Objekt.	Mikr. simplex.	Compositum.
a. Gewölbtes durchscheinendes Objekt.	Dunkel auf der der Lichtquelle zugewendeten Seite.	Dunkel auf der der Lichtquelle abgewendeten Seite.
b. Vertieftes durchscheinendes Objekt.	Dunkel auf der der Lichtquelle abgewendeten Seite.	Dunkel auf der der Lichtquelle zugewendeten Seite.

Ueber die Communication der vierten Hirnhöhle mit dem Subarachnoidealraume.

Von

Prof. **H. Luschka** in Tübingen.

In einer vor mehreren Jahren erschienenen Monographie über die Adergeflechte des menschlichen Gehirns (Tübingen 1855) habe ich mich, nach einer ausführlichen kritischen Beleuchtung fremder Angaben, auf Grundlage zahlreicher eigener Untersuchungen mit Entschiedenheit für die Existenz einer Communication des vierten Ventrikels mit dem Subarachnoidealraume ausgesprochen. Der Kürze wegen, und um zugleich das Andenken ihres Entdeckers zu ehren, habe ich die, den offenen Verband vermittelnde, im sogenannten unteren Gefässvorhange befindliche Lücke mit dem Namen „hiatus Magendii" belegt.

Angesichts der mit grösster Sorgfalt und mit steter Rücksicht auf etwa mögliche Täuschungen angestellten Nachforschungen, welche zu dem bezeichneten Ergebnisse hingeführt haben, nimmt Kölliker keinen Anstand in der neuesten Auflage (1859. S. 322) seines Handbuches der Gewebelehre diese Sache mit der einfachen Bemerkung zu erledigen, dass er jene Lücke für ein „Kunstprodukt" halte.

Zur Wahrung des vollen Werthes einer durch vielfache Bemühungen festgestellten belangreichen Thatsache kann ich es nicht unterlassen, diesem gänzlich unbegründeten Dafürhalten die Versicherung entgegenzusetzen, dass erneute Prüfungen der fraglichen Sache die früheren Angaben in allen Punkten durchaus bestätiget haben. Ich zweifle keinen Augenblick daran, dass auch andere Beobachter zu gleichen Resultaten gelangen werden, vorausgesetzt, dass sie sich nicht durch einzelne flüchtige Wahrnehmungen zu einem Urtheile wollen bestimmen lassen, vielmehr mit aller Vorsicht die übrigens nicht sonderlich delicate Untersuchung an möglichst frischen Gehirnen, und zwar zur Controlirung der Befunde in grösserer Anzahl, anstellen werden. Ich kann es mir nicht versagen den Wunsch aus-

zusprechen: es möchten zur endlichen vollgültigen Entscheidung dieser Angelegenheit jene Anatomen, welchen ein reichliches Material zu Gebote steht, derselben ihre Aufmerksamkeit zuwenden und die Ergebnisse der Untersuchungen zur öffentlichen Kenntniss bringen. Dabei muss ich aber daran erinnern, dass Nachforschungen an Thieren in dieser Hinsicht für die beim Menschen nach seiner Geburt bestehenden Verhältnisse nicht maassgebend sein können, da es sich bei manchen derselben anders verhält, indem (z. B. beim Pferde, wie ich in Uebereinstimmung mit Renault[1]) gefunden habe), am unteren Ende des vierten Ventrikels ein völliger Verschluss hier allerdings vorkommt, welcher durch ein dünnes, überaus zerreissliches Häutchen bedingt wird. Die Erhaltung der Integrität eines solchen Verschlusses, wenn er am vierten Ventrikel des Menschen in Wahrheit bestände, wäre sicherlich hier nicht weniger möglich als beim Pferde. Das Gesetz der Communication des vierten Ventrikels mit dem Subarachnoidealraume erleidet übrigens auch beim Fehlen eines hiatus Magendii, bei den Säugethieren, wie es scheint, keine Ausnahme, da jedenfalls eine offene Verbindung durch die lateralen Winkel der vierten Hirnhöhle vermittelt wird.

Ein solcher Verschluss wie beim Pferde existirt aber beim Menschen in normalmässigen Verhältnissen nicht, sondern es besteht eine rhomboidale, 4—7 Millim. breite Oeffnung, durch welche der vierte Ventrikel in den Subarachnoidealraum ausmündet. Diese Oeffnung kommt zur Ansicht, nachdem man denjenigen Abschnitt der Spinnenwebenhaut entfernt hat, welcher sich brückenartig über die Vertiefung an der hinteren unteren Seite des kleinen Gehirnes in die Arachnoidea spinalis fortsetzt. Dieser Sinus subarachnoidealis, in dessen Hintergrunde sich jene Oeffnung befindet, ist von feinen Blutgefässen und von vielen Zellstofffäden durchzogen, welche letzteren auf Zusatz von Essigsäure theils spiralig umwickelt erscheinen, theils von Stelle zu Stelle wie durch einen Ring eingeschnürt sind.

An dem hiatus Magendii lassen sich, wenn seine Form rein ausgeprägt ist, vier Winkel und scharfe Ränder unterscheiden. Der untere Winkel ist der Spitze des Calamus scriptorius zugekehrt; der obere Winkel zieht sich am Unterwurm nach rückwärts hin. Zwischen den zu dessen Bildung convergirenden Rändern verlaufen die mittleren Stränge vom Adergeflechte des kleinen Gehirnes, deren Verlauf allein schon die Nothwendigkeit der Existenz einer Lücke voraussetzt. Die seitlichen Winkel sind den strangförmigen Körpern zugekehrt.

---

[1]) Recueil de médecine veterinaire. Paris 1829. Tom. VI. pag. 608.

Der hiatus Magendii durchsetzt die sogenannte untere Gefässplatte, welche vom freien Rande des unteren Marksegels aus über die Rautengrube hinweggespannt, aber durch diese Lücke auf einen nur schmalen Rahmen reducirt ist. Aber auch dieser besteht in der Regel nicht aus blosser Gefässhaut, sondern stellt eine Duplicatur von dieser dar, zwischen deren Blätter eine Marklamelle von wechselndem Umfange eingeschoben ist. Diese ist gewöhnlich unterbrochen und erweist sich erstens als sogenannter Riegel, — als jenes niedrige dreiseitige Markblättchen, welches die hintere Wand der Ausmündungsstelle des Spinalkanales bildet; zweitens als Riemchen, welches jederseits sich als niedriger Marksaum an der hinteren Seite des strangförmigen Körpers erhebt; drittens als das zuerst von Bochdalek[1]) genauer beschriebene, von ihm als Füllhorn bezeichnete, dutenartig umgerollte Markblatt, welches sich über den seitlichen Winkel der Rautengrube hinauserstreckt, kapselartig den seitlichen Strang des Adergeflechtes umfasst und mit seiner nach aussen gewendeten Fläche mehr oder weniger fest an den Wurzelfäden des Nerv. vagus adhärirt. Diese Marklamelle steht einerseits mit dem Riemchen, andrerseits mit dem Saume des Flockenstiele i. e. mit dem äusseren Ende des unteren Marksegels in Continuität. Das Füllhorn fand ich wiederholt in Form einer blindgeendigten, beutelähnlichen, den seitlichen Theil des Adergeflechtes gänzlich umschliessenden Ausstülpung.

Ueber die Bedeutung dieser dem Grade ihrer Ausbildung nach sehr wandelbaren Markgebilde gewährt die Entwickelungsgeschichte die befriedigendsten Aufschlüsse. Diese lehrt, dass in einer sehr frühen Periode derjenige Raum nach aussen hin verschlossen ist, welcher dem künftigen vierten Ventrikel entspricht. Die Wandung der den sogen. Nackenhöcker bildenden Hirnabtheilung des Foetus erleidet, nach dem Ergebnisse der meisterhaften Untersuchungen von Remak[2]), an denjenigen Stellen, wo die Seitenhälften des kleinen Gehirnes und des verlängerten Markes sich bilden sollen, beiderseits eine ansehnliche Verdickung, während der mittlere, am meisten nach hinten vorragende Theil dünn und durchsichtig bleibt.

In dem vorderen, breiteren Theile des Nackenhöckers hat die Verdickung beiderseits die Form eines halbrunden, aus der Basis des Gehirns hervorwachsenden Lappens, der bis zur Mittellinie der Rückenfläche reicht, und in der Nähe der Vierhügelblase mit dem der anderen Seite verwachsen ist.

---

[1]) Vierteljahrschrift für praktische Heilkunde. Prag 1849. Bd. II. p. 129.

[2]) Untersuchungen üb. d. Entwickelung der Wirbelthiere. Berlin 1855. S. 33.

In dem hinteren, schmaleren Theile des Nackenhöckers bildet die Verdickung beiderseits eine breite Leiste. Zwischen den beiden Leisten d. h. den Seitenhälften des verlängerten Markes, sowie zwischen den hinteren Portionen der Hälften des kleinen Gehirnes ist der dünne, durchsichtige, am meisten hervorragende Theil der Wandung des Nackenhöckers ausgespannt. Sticht man in diese membranöse Bedeckung des vierten Ventrikels ein, so sinkt sie zusammen und es fliesst die in dem Medullarrohre enthaltene Flüssigkeit aus.

Diese membranöse Bedeckung ist aber eine auf beiden Flächen mit Gefässhaut überzogene Marklamelle.

Im Verlaufe der Zeit entsteht, ohne Zweifel nach ähnlichem Vorgange, wie durch den Schwund der Pupillarmembran das Sehloch frei wird, in jener membranösen Bedeckung beim Menschen eine Lücke, welche alle drei Schichten derselben betrifft. Als Reste ihres aus Nervenelementen zusammengesetzten Bestandtheiles — als im Wachsthum mehr oder weniger weit gediehene Entwicklungsproducte sind nicht allein jene Marklamellen anzusehen, sondern ohne Zweifel auch das mit denselben ursprünglich continuirlich gewesene Velum medullare inferius.

Aber nicht allein eine sorgfältige Prüfung der morphologischen Verhältnisse erbringt die Ueberzeugung von dem normalmässigen Bestande jener Lücke beim Menschen, sondern es geben auch das Experiment und die Pathologie die Beweise dafür an die Hand. Lässt man nach Entfernung des grossen Gehirnes das kleine, vom Gezelte bedeckte Hirn unversehrt in seiner Lage, und durch den Aquaeductus Sylvii ein gefärbtes Fluidum mit Hilfe eines Tubulus durchfliessen, dann wird man den Liquor cerebrospinalis im Subarachnoidealraume des Rückenmarkes entsprechend gefärbt finden. Damit steht die von Cruveilhier[1]) gemachte Wahrnehmung in vollkommenem Einklange, dass nämlich bei Apoplexie in die Hirnventrikel stets ein blutig-gefärbtes Serum im subarachnoidealen Zellgewebe des Rückenmarkes gefunden wird.

Im Hinblick auf die Entwickelungsvorgänge muss man inzwischen die Möglichkeit zugeben, dass in Folge eines Stehengebliebenseins auf früherer Bildungsstufe jene Lücke im unteren Gefässvorhange fehlen kann. Einen solchen Fall vermag ich nach dem Zeugnisse meiner bisherigen Erfahrungen jedoch nur als eine grosse Seltenheit zu bezeichnen.

---

[1]) Traité d'anatomie descriptive. Trois. Edit. Paris 1852. Tom. IV. p. 304

Das Foramen jugulare spurium und der Sulcus petroso-squamosus des Menschen.

Von

Prof. **H. Luschka** in Tübingen.

Mögen die für den Rückfluss des Blutes aus der Schädelhöhle hauptsächlich bestimmten Bahnen später an dieser oder jener Stelle des Kopfes ausmünden, nach den von Rathke[1]) gelieferten Nachweisen tritt der dem Sinus transversus entsprechende Venenstamm im früheren Foetalleben unter allen Umständen nicht am Schädelgrunde hervor, sondern durch eine Oeffnung, welche zwischen dem Kiefergelenke und dem äusseren Gehörgange angebracht ist. Der an dieser Lücke, welche als „Foramen jugulare spurium" bezeichnet worden ist, seinen Anfang nehmende Gefässstamm entspricht aber nicht der Vena jugularis interna, sondern der äusseren Drosselvene. Die Jugularis interna ist, wo sie im Wirbelthierreiche vorkommt, jederzeit späteren Ursprunges, und sie wächst aus der äusseren Drosselvene hervor. Ein Ast von ihr begibt sich erst nachträglich durch das Foramen lacerum in die Schädelhöhle. Während dieser letztere Ast beim Menschen immer grösser wird und schliesslich fast alles Blut aus dem Innern des Kopfes abführt, schwindet die ursprüngliche unmittelbare Verbindung der äusseren Drosselvene mit den Blutleitern der Schädelhöhle immer mehr, und die Vena jugularis interna wird allmälig zum Hauptvenenstamm.

Bei manchen Säugethieren schliesst sich das Foramen jugulare spurium im Verlaufe der weiteren Entwicklung in der

---

[1]) Abhandlung über den Ban und die Entwicklung des Venensystems der Wirbelthiere. Dritter Bericht über das naturwissenschaftliche Seminar bei der Universität zu Königsberg. 1838.

Regel vollständig; bei anderen bleibt es normalmässig das ganze Leben hindurch offen, und es fliesst durch dasselbe eine nicht minder grosse Blutmenge aus der Schädelhöhle ab, als durch das Foramen lacerum. Ja, bei sehr vielen Säugern ist es die einzige grössere Oeffnung, welche den Rückfluss des Blutes aus der Schädelhöhle vermittelt.

Beim Menschen findet sich später nur ausnahmsweise eine stärker oder schwächer ausgeprägte Spur dieser primitiven Bahn für das venöse Blut seines Schädelinhaltes. Ihre Nachweisung bei ihm hat aber eine um so grössere Bedeutung, als sie das untrügliche Document darstellt des in dieser Beziehung für das ganze Wirbelthierreich giltigen Bildungsgesetzes.

Es gewinnen die beim Menschen gemachten Beobachtungen über das Vorkommen des Foramen jugulare spurium an Werth und höherem Interesse, wenn wir denselben die Betrachtung der bezüglichen constanten Verhältnisse bei Thieren vorausschicken. Wir unterwerfen in dieser Hinsicht beispielsweise das Kalb und den Hund, mit Rücksicht auf die Venen des Halses, einer einlässlicheren Unteruchung.

Beim Kalbe zieht der Sinus transversus, an der Pyramide des Schläfenbeines angekommen, in einer tiefen, vom oberen Rande des Felsenbeines fast ganz überlagerten Furche schwach gekrümmt nach vorn und aussen. Der in dieser Furche liegende Abschnitt des Sinus erscheint als ein schon mit ganz selbstständiger Wand versehener Venenstamm, auf dessen bedeutenden Nervengehalt ich[1]) schon bei einer anderen Gelegenheit aufmerksam gemacht habe. Durch eine rundliche, 6 Millim. breite Oeffnung tritt er aus der Schädelhöhle heraus. Dieselbe liegt unter der Wurzel des Jochbogens, hinter der Articulationsfläche für die untere Kinnlade, und ist von dieser durch einen leistenartigen Vorsprung geschieden.

Mit dieser Anordnung stehen die Verhältnisse der Venen des Halses in vollkommenem Einklange. Die Jugularis interna ist auffallend dünn, erreicht den Schädelgrund nicht, liegt neben der Carotis und mündet in die äussere Drosselvene ein, da, wo diese eben im Begriffe ist in die obere Hohlvene überzugehen. Die Jugularis externa ist dagegen sehr mächtig und erscheint als der Hauptvenenstamm des Halses. Sie geht aus der Zusammenmündung der Vena facialis anterior und posterior hervor. Die letztere entsteht durch die Vereinigung von drei Hauptästen, einem mittleren kurzen dicken, der an jener Oeffnung hinter dem Kiefergelenke beginnt und das meiste Blut

---

[1]) Die Nerven in der harten Hirnhaut. Tübingen 1850. S. 27.

aus der Schädelhöhle aufnimmt; einem vorderen, der Vena temp., und einem hinteren Aste, — der Vena occipitalis.

Beim Hunde ist der Sinus transversus grösstentheils in einen Knochenkanal eingeschlossen, welcher dem angewachsenen Rande des knöchernen Gezeltes entlang dahinzieht. Das Tentorium stellt aber hauptsächlich eine von dem hinteren Rande der beiden Seitenwandbeine ausgehende flügelartige Verlängerung der bezüglichen inneren Knochenplatten dar. Zwischen die Seitentheile des Gezeltes greift zwickelartig eine gegen das Schädelcavum hereinragende Erhebung des Endes der Hinterhauptsschuppe ein. Jener Canal wird einerseits von einer tiefen Rinne des Gezeltes, andererseits durch eine an diese sich anschliessende Furche der Hinterhauptsschuppe begrenzt. Er setzt sich schliesslich zwischen Pyramide und Schuppe des Schläfenbeines nach vorn und aussen fort und mündet unmittelbar vor dem knöchernen äusseren Gehörgange, hinter einem schnabelähnlich nach abwärts gekehrten Knochenvorsprunge aus, welcher die Grenzscheide bildet zwischen jenem und der Gelenksgrube für die untere Kinnlade. Eine kaum erwähnenswerthe Abzweigung des Sinus transversus geht beim Hunde durch das Foramen lacerum am Schädelgrunde in die kaum eine Linie dicke Vena jugularis interna über. Diese tritt durch einen dünnen Zweig mit der Vena facialis posterior in Anastomose, verbindet sich weiter unten mit der Vena thyreoidea inferior zu der höchstens gänsefederkieldicken Vena jugularis communis, welche in der Tiefe des Halses neben der Carotis primitiva liegt und in das Ende der Jugularis externa einmündet. Diese ist die Hauptvene des Halses, und ähnlich wie beim Menschen sehr oberflächlich gelagert. Sie geht aus dem Zusammenflusse der Vena facialis anterior und posterior hervor. Der Hauptast der letzteren, bei mittelgrossen Hunden circa 3 Millim. dick, beginnt an jener hinter dem Kiefergelenk befindlichen als eigentliches Foramen jugulare zu bezeichnenden Oeffnung.

Das Foramen jugulare spurium und der Sulcus petrososquamosus beim Menschen.

Derjenige Abschnitt der Schuppe des Schläfenbeines, welcher die untere Seite der Wurzel des Jochbogens darstellt, ist durch einen schief nach vor- und einwärts ziehenden Rand, welcher mit der Pars tympanica zum Theil zur Fissura Glaseri zusammenstösst, in einen hinteren Bezirk geschieden, der die Decke des äusseren Gehörganges bildet, und in eine vor-

dere Region, die grösstentheils durch die Gelenkgrube für die untere Kinnlade eingenommen wird. Der Anfang jenes die Grenzscheide der beiden Bezirke darstellenden Randes bildet einen nach unten hin convexen, fast leistenartigen Vorsprung.

Unmittelbar hinter diesem, beim Hunde auffallend mächtigen, beim Menschen kaum in die Augen fallenden Knochenvorsprunge liegt das bald grössere bald kleinere Foramen jugulare spurium.

Diese Oeffnung ist ohne Zweifel schon von anderen Beobachtern gesehen, ihre wahre Bedeutung aber jedenfalls nicht erkannt worden. Einige Differenz ihrer Lage habe ich bisher nur einmal, an dem Schädel eines 28jährigen Mannes, gesehen, bei welchem dieselbe nicht unter, sondern dicht über der Basalfläche der Wurzel des Jochbogens angebracht war. Hiermit stimmt eine Beobachtung überein, welche Henle[1]) gemacht hat, der zufolge ein 1 Millim. breiter Kanal schräg vorwärts durch die Schuppe eines Schläfenbeines in die Schädeldelhöhle führte, und dicht über dem hinteren Rande der Wurzel des Jochbogens nach aussen mündete.

In allen übrigen Fällen meiner eigenen Beobachtung fand ich das Foramen jugulare spurium an der bezeichneten Localität, ganz und gar im Einklange mit der Anordnung der ihm entsprechenden, aber im grossen Maasstabe und ohne Ausnahme bei jenen und vielen anderen Thieren vorkommenden, zwischen dem Unterkiefergelenke und dem knöchernen äusseren Gehörgange befindlichen Venenöffnung des Schädels. Es zeigte sich bald ausnehmend eng, so dass kaum eine feine Schweinsborste durchgeführt werden konnte; bald von einem beträchtlicheren, 1,—1,5 Millim. betragenden Durchmesser. Von diesem letzteren Umfange war die Oeffnung z. B. auf beiden Seiten am Schädel eines 21jährigen Mädchens.

Die Oeffnung zieht schräg vorwärts durch die Schuppe des Schläfenbeines in die mittlere Schädelgrube und stellt hier das vordere Ende einer bald stärker, bald schwächer ausgeprägten Furche — des Sulcus petroso-squamosus — vor.

Nach den Bemerkungen von G. J. Schultz[2]) findet sich entsprechend der Sutura petroso-squamosa in der Mehrzahl der Fälle ein Canal, welcher den vorderen Felsenblutleiter constant mit dem Sinus transversus verbindet und zu dem Behuf

---

[1]) Knochenlehre. S. 134.

[2]) Bemerkungen über den Bau der normalen Menschenschädel. Leipzig 1852 S. 31.

die Basis des Felsenbeines durchbohrt, mit anderen Worten, in den embryonalen Nähten zwischen den hier zusammenstossenden Ur-Theilen des Schläfenbeines liegt.

Die von mir in Betreff dieses Punktes angestellten Nachforschungen haben keineswegs zu dem Ergebnisse hingeführt, dass die Existenz dieses Sulcus zu den gewöhnlichen Vorkommnissen, sondern zu den, wenn auch nicht seltenen, Ausnahmen gehöre. Es lässt sich nicht in Abrede stellen, dass sich an vielen Schädeln eine seichte, schmale, entlang oder entsprechend der Sutura petroso-squamosa verlaufende Furche, die mitunter stellenweise von einer dünnen Knochenlamelle überbrückt wird, bemerklich macht, über die obere Kante der Pyramide des Schläfenbeines zieht und in den Sulcus transversus übergeht. Sie steht fast immer mit dem Foramen spinosum in Beziehung, und wird das Blut durch den in ihr liegenden Sinus zum Theil in die Vena meningea media ergossen.

Als eine grosse Seltenheit aber muss es bezeichnet werden, wenn der Sinus petroso-squamosus durch eine eigene, auf das ursprüngliche Foramen jugulare spurium zurückführbare, für Sonden und Borsten permeable Oeffnung nach aussen hin mündet.

In denjenigen Fällen meiner Beobachtung, in welchen ein deutlich ausgebildetes Foramen jugulare spurium vorhanden war, endigte der Sulcus meist zugleich mit dieser Oeffnung und entsprach nicht der ganzen Länge der Sutura petroso-squamosa. Doch habe ich auch einen Schädel mit einem For. jug. spurium vor Augen, in welchem der theilweise überbrückte Sulcus petroso-squamosus sich nicht allein über die Basis der Pyramide des Schläfenbeines bis in den Sulcus transversus erstreckte, sondern auch, aber viel seichter und schmäler geworden, über das Foramen jugulare spurium hinaus nach vorn, bis herab zum Foramen spinosum sich fortsetzte.

In einem überaus lehrreichen Beispiele, welches jenes 21-jährige Mädchen betrifft, an dessen Schädel ein weites Foramen jugulare spurium ganz übereinstimmend auf beiden Seiten vorhanden ist, endigt der Sulc. petroso-squamosus entsprechend etwa der Mitte der Naht dieses Namens, also in der Schädelhöhle da, wo äusserlich jene Oeffnung hinter der Gelenkgrube des Schläfenbeines angebracht ist. Die 3 Millim. breite, 2 Millim. tiefe und, die Krümmungen nicht gerechnet, 3 Cent. lange Furche zieht schräg über das hintere Ende der vorderen innern Fläche des Felsenbeines in den Sulcus transversus und

mündet mit diesem da zusammen, wo er eben im Begriffe ist, sich in die Fossa sigmoidea fortzusetzen.

Darüber, dass der Sulcus petroso-squamosus, auch wenn er nicht durch ein Foramen jug. spurium nach aussen mündet, gleichwohl dieselbe genetische Bedeutung hat, lässt sich kaum ein begründeter Zweifel erheben. Man wird sich aber zur Annahme genöthigt sehen, dass nach Obliteration der ursprünglichen Venenmündung des Schädels das Blut sich andere Bahnen eröffnet hat, und demnächst in die durch das Foramen spinosum austretende Vena meningea media zu gelangen pflegt.

Der Nachweis des Vorkommens jener auf die Bildungsgeschichte der bezüglichen venösen Blutbahnen mit Sicherheit zurückführbaren Oeffnung hinter dem Kiefergelenke gibt uns, unter Berücksichtigung des Venentypus am Kopfe und Halse verschiedener Thiere, werthvolle Anhaltspunkte zur Entscheidung über die gesetzmässige Anordnung der in ihrem Verhalten so vielfach schwankenden äusseren Drosselvene des Menschen.

Es verdient hier vor Allem bemerkt zu werden, dass in seltenen Fällen nahezu eine volle Uebereinstimmung des Menschen mit manchen Thieren, zumal mit dem Hunde, besteht. Ich habe wiederholt die Wahrnehmung gemacht, dass die Vena facialis anterior und posterior unter spitzem Winkel in der Höhe des Zungenbeines zu einem gemeinschaftlichen Stamme zusammengetreten sind, welcher im übrigen Verlaufe durchaus mit der Ven. jug. externa posterior übereinstimmte. Die Ven. jug. ext. anterior hat in einer dieser Beobachtungen gefehlt, und mündeten hier die Submentalvenen durch ein kurzes Stämmchen in die Jugularis communis an der Stelle ein, an welcher in anderen Fällen die Einmündung der gemeinschaftlichen Antlitzvene zu geschehen pflegt.

Meist besteht jedoch, wie es zuerst und genauer von Joh. Gottl. Walter[1]) nachgewiesen worden ist, ein kurzer, nur wenige Linien langer und eben so dicker gemeinschaftlicher Venenstamm, welcher gewissermaassen das Centralorgan des Systems der äusseren Drosselvene darstellt. Er mündet hinter dem Schlüsselbeine in der Regel in das Ende der Vena subclavia ein und geht aus dem Zusammenflusse der Vena jug. ext. ant. und post. und der Vena transversa colli

---

[1]) Observationes anatomicae. Berolini 1775. Cap. IV. De venis capitis et colli.

hervor. Wir müssen den ihn constituirenden Gefässen einige gesonderte Aufmerksamkeit zuwenden.

a. Die Vena jugularis externa posterior.

Nach dem Zeugnisse der Entwicklungsgeschichte und nach den bei den meisten Säugethieren bestehenden Verhältnissen ist es zu erwarten, dass diese Ader in der Regel hauptsächlich vor dem äusseren Ohr beginne, d. h. eine unmittelbare Fortsetzung der Vena facialis posterior darstelle. Damit stimmt jedoch die fast allgemein verbreitete Ansicht keineswegs überein. Vielmehr wird gelehrt, das weitaus in den meisten Fällen dieses Gefäss hinter dem äusseren Ohre seinen hauptsächlichen Anfang nehme, indem es aus den hinteren Ohr- und den vorderen oberflächlichen Hinterhauptsvenen vorzugsweise hervorgehen, und gewöhnlich nur durch einen Communicationszweig mit der Vena facialis posterior in Verbindung stehen soll.

Nach meinen ziemlich ausgedehnten Erfahrungen kann ich diese, wenn auch häufig vorkommende Anordnung nicht für die Regel erklären, sondern ich sehe mich zur Annahme genöthigt, dass bei den meisten Menschen die äussere hintere Drosselader eine directe Fortsetzung der Vena facialis posterior ist. In dieselbe senken sich dann als Nebenzweige die Vv. auric. posteriores und occipit. superf. ein; während die tiefen Hinterhauptsvenen ihr Blut hauptsächlich in die Venae vertebrales ergiessen, mit welchen sich gewöhnlich auch derjenige Zweig verbindet, welcher das Blut aus dem Foramen mastoideum ableitet. An einigen Köpfen habe ich die seltenere Beobachtung gemacht, dass die äussere hintere Drosselader fast ausschliesslich am Foramen mastoideum ihren Anfang nahm, und nur noch wenige Occipitalzweige aufgenommen hatte. Nach vorn steht die Vena jugularis ext. post. fast ohne Ausnahme mit dem Ende der Vena facialis anterior in Verbindung und constituirt mit ihr sehr häufig jenen kurzen dicken Stamm, die Vena facialis communis, von welchem behauptet wird, dass er in der Regel aus dem unmittelbaren Zusammenflusse der Vena facialis ant. und post. hervorgehe.

b. Die Vena jugularis externa anterior.

Diese von G. Lauth zuerst so benannte Halsvene wird mitunter, z. B. von Sömmerring[1]), schlechtweg als Vena

[1]) Vom Baue des menschlichen Körpers. 4. Theil. S. 393.

subcutanea colli aufgeführt. Breschet[1]) nennt dieselbe Vena mediana colli, während andere Autoren sie als Vena jugularis media bezeichnet wissen wollen. Das Gefäss entsteht durch den Zusammenfluss einiger Submentalvenen, läuft vertical neben der Mittellinie des Halses zum inneren Rande des Sternalursprunges des Kopfnickers herab, um jetzt seinen Lauf zu ändern und in mehr oder weniger horizontaler Richtung in der Regel hinter, selten vor dem Ursprunge des Musc. sternocleidomast. zu ziehen, und an die Stelle seiner Vereinigung mit dem Ende der hinteren Drosselvene zu gelangen. Ganz unpassend wird von einigen Schriftstellern derjenige Abschnitt der Ven. jug. externa ant., welcher in der bezeichneten Art horizontal verläuft, mit einem eigenen Namen belegt. Manche nennen ihn Vena mediana colli zum Unterschiede des verticalen Stückes, für welches die Bezeichnung Ven. jug. externa ant. reservirt worden ist. Breschet, der sich übrigens in der Terminologie, auch in Betreff anderer Venen, nicht consequent bleibt, nennt das horizontale Stück das eine Mal Vena jugularis anterior horizontalis, das andere Mal Vena transversalis antica. Wie ganz ungeeignet eine besondere Benennung für ein, nur seine Verlaufsrichtung abänderndes Stück einer und derselben Vene ist, geht unter Anderem schon daraus hervor, dass dieser Verlauf mehrfach wechselt, indem die Vena jug. ext. ant. gar nicht selten in sehr schiefer Richtung hinter dem Kopfnicker zur Stelle ihrer Einmündung in den Truncus communis herabsteigt.

Es kommt, wenn nicht regelmässig doch sehr häufig vor, dass die beiden Venae jugulares externae anteriores an der Stelle, wo sie gewöhnlich unter einem fast rechten Winkel ihren horizontalen Verlauf antreten, durch ein kurzes, der Breite des oberen Ausschnittes der Handhabe des Brustbeines gleichkommendes und unmittelbar über dem Lig. interclaviculare gelagertes Venenstück unter einander in Communication gesetzt werden. Dieser Ramus communicans, den Walter (Taf. I. 5) Vena subcutanea colli inferior nennt, und welchen Einige als Arcus venosus anterior[2]) bezeichnen, während sie dagegen den horizontal liegenden Abschnitt der V. jug. ext. ant. mit dem Namen Arcus venosus medius ganz unpassend belegen, ist zwischen zwei Lamellen eingetragen, in welche sich das vordere Blatt der Halsfascie an der oberen Grenze der Handhabe des Brustbeins zerspaltet. In diesen Verbin-

---

[1]) Recherches anatomiques sur le systéme veineux. Paris.

[2]) Vgl. C. Dittel, die Topographie der Halsfascien. Wien 1857.

dungsast senkt sich nicht selten eine Vene ein, welche aus einem an der vorderen Fläche der Handhabe regelmässig angebrachten Netz hervorgeht, und bald unter bald über dem Lig. interclaviculare hinwegtritt. Wiederholt sah ich auch in denselben eine Vene von hinten her einmünden, welche aus Venae mediast. anteriores hervorgegangen und mit den Venae mammariae int. in mehrfache Verbindung getreten war. Sehr häufig findet man überdies einen starken Verbindungszweig zwischen Vena mamm. int. und dem Ende des verticalen Abschnittes der V. jug. ext. ant., welcher den Musc. pect. maj. durchbohrend, an der inneren Seite des Sternoclaviculargelenkes emporsteigt, und theils mit dem Plexus sternalis ant., theils mit einem Venengeflechte in Verbindung steht, welches auf dem Musc. subclavius liegt und durch einen starken Zweig mit der Vena subclavia da anastomosirt, wo diese am oberen Rande des Musc. pectoralis minor zum Vorschein kommt.

Eine seltene, für die operative Chirurgie jedoch bemerkenswerthe Ausnahme ist es, wenn in jenen Ramus communicans sich von oben her eine Vene[1]) einsenkt, welche genau in der Mittellinie des Halses, zwischen den zwei Vv. jug. ext. ant. herabsteigt. Eine solche wahre, schon hoch oben aus Venae submentales hervorgehende Ven. mediana colli vertritt mitunter die Venae jugulares ext. anteriores, zeigt aber dann eine bedeutendere Dicke und geht seitlich mehrfache Anastomosen ein. Von geringer praktischer Bedeutung ist dagegen der bisweilen stattfindende Uebergang des Ramus communicans in eine kurze, hinter das Manubrium sterni senkrecht herabtretende und sich in die Vena innominata sinistra einsenkende Ader.

Die Vena jugul. externa anterior weicht nicht selten von dem bezeichneten Typus ab. Eine besondere Aufmerksamkeit verdient das Vorkommen des unmittelbaren Ueberganges der Vena facialis anterior in diese Ader. Wenn ein solcher direkter Uebergang aber auch nicht stattfindet, besteht doch fast ohne Ausnahme eine stärkere Anastomose zwischen diesen beiden Gefässen. Die beiden Vv. jug. extern. ant. sind einander bisweilen so nahe gerückt, dass sie eine kürzere oder längere Strecke in unmittelbarer Berührung stehen. Nur wenige Mal habe ich statt dieser Venen ein unregelmässiges Venennetz am vorderen Umfange des Halses gefunden. Die Vena jug. externa ant. mündet sehr oft gesondert in die Schlüssel-

---

[1]) Vgl. Breschet, 4. Livrais. Pl. 4, 5, 6.

beinvene ein, bald nach aussen, bald nach innen von der Einmündung der Jugularis externa posterior.

Ausser den bisher erwähnten sind noch einige andere Communicationen dieser Vene beachtenswerth. Bei manchen Menschen findet man, öfters schon durch die Haut hindurch sichtbare, über den Kopfnicker schief und quer hinwegziehende Anastomosen zwischen ihr und der hinteren äusseren Drosselvene. Mehrfache Verbindungen bestehen fast regelmässig zwischen ihr und den Schilddrüsenvenen. Unter den letzteren Verbindungen verdient eine, die überdies häufig zur Beobachtung kommt, besonders erwähnt zu werden. Sie besteht darin, dass eine theils am inneren Rande des Kopfnickers liegende, theils von diesem Muskel gedeckte Vene vertical herabsteigt, und die Vena thyreoidea superior mit dem horizontalen Segmente der Vene jug. ext. ant. in Communication setzt.

c. Die Vena transversa colli.

Unter den zum gemeinsamen Stamme der Vena jug. ext. zusammentretenden drei Aesten zeigt der von aussen hinzukommende die meisten Schwankungen, und muss es vor Allem bemerkt werden, dass er sehr oft gesondert in die Subclavia einmündet. Die Transversa colli bildet in den meisten Fällen mit der Cervicalis superfic., welche über dem Truncus communis in die Jug. externa post. sich einsenkt, eine Ansa, welche oberflächliche Nackenzweige, so wie die Vena cervicalis descendens aufnimmt. Häufig ist es die Vena transversa scapulae, welche für sich oder mit der Transversa colli vorher anastomosirend, sich in den Truncus communis erstreckt, wiewohl es für die Regel erklärt werden muss, dass sie eine gesonderte Einmündung in die Schlüsselbeinvene erfährt.

Stichwunde in den Mastdarm. Vierjähriges Siechthum. Blasenstein mit einem Knochenfragment als Kern.

Von

Prof. Dr. **Buhl** in München.

Das seltene Interesse, welches der vorliegende Fall von Körperverletzung mit nachgefolgtem Tode nicht nur in forenser, sondern auch in pathologisch-anatomischer und chirurgischer Beziehung darbietet, veranlasst mich, denselben im Auszuge mitzutheilen.

Er ist folgender:

M. B., ein Bauernbursche von 29 Jahren, der in seinem 11—12. Jahre an einer rechtseitigen Coxarthritis gelitten hatte, in Folge welcher er eine Anchylose im rechten Hüftgelenk davon getragen hatte, gerieth bei einer Tanzbelustigung mit anderen Burschen in Streit, wobei er eine Stichwunde in die rechte Seite des Gesässes erhielt und darnach über die Stiege der Art hinuntergestossen wurde, dass er 4—5 Treppen auf dem Hintern hinabrutschte.

Des anderen Tages von Chirurg und Arzt untersucht, ergab sich, dass aus der äusseren Wundöffnung, welche dicht neben dem rechten Sitzknorren, etwas nach aussen von ihm angelegt war, Koth und Darmgas, durch den Mastdarm aber Blut abging.

Da 19 Stunden nach der Verletzung kein Urin gelassen worden war, so legte man den Katheter an; der erhaltene Urin war hellgelb, ohne blutige oder anderweitige Beimischung.

Vom 2. Tage an gingen wohl keine Koththeilchen mehr, aber die öfters gebrauchten Klystire durch die äussere Wundöffnung ab, und lange entleerte sich noch Blut durch den Mastdarm.

Innerhalb 6 Wochen heilte der ganze Wundkanal. Der Kranke aber erholte sich nicht mehr zu seiner vorigen Kraft, bekam häufig Urin- und Stuhlbeschwerden, schliesslich Fieber, Husten und nach 4 jährigem Siechthume starb er.

Da das Gerücht ging, die Stichwunde sei Ursache des Todes, so wurde eine gerichtliche Leichenöffnung vorgenommen. Bei dieser zeigte sich die Stichwunde so vollkommen geheilt, dass nur eine Hautnarbe zugegen war, dagegen fehlte schon subcutan jede Spur von Narbenbildung; ebenso war der Mastdarm vollständig hergestellt.

Ausserdem sah man eminente Abmagerung, Tuberkel in den Lungen, eiterige Nephritis und Nephropyelitis, Eiter in den Ureteren und in der Blase. In letzterer fand sich ein $6^1/_2$ Loth schwerer, enteneigrosser Harnstein.

Die wichtigste anatomische Veränderung war aber an der rechten Blasenwand. Dieselbe war fest mit der inneren Beckenwand verwachsen und inmitten der Verwachsungsstelle zeigte sich schon bei ungeöffneter Blase eine Hervorragung, welche eingestochen Eiter entleerte. Nachdem die Blase geöffnet war und die Innenseite derselben betrachtet werden konnte, sah man die rechte Blasenwand zerstört und die Zerstörung führte in eine mit fetzigem Zellgewebe ausgekleidete und mit Eiter und Urin gefüllte Höhle, an deren Grund die rauhe Knochenoberfläche des Beckens gefühlt wurde.

Zur ärztlichen Begutachtung des Falles wurde vorerst der gegenwärtige k. Gerichts-Arzt in V., sodann auch das k. Medicinal-Comité an der Universität München aufgefordert.

Das ausführliche gerichtsärztliche Gutachten mitzutheilen kann ich unterlassen, da die wichtigeren Punkte desselben ohnedies im Gutachten des Medicinal-Comité's wiederholt werden und füge ich nur die 4 Schlusssätze an, welche der k. Gerichts-Arzt ziehen zu müssen glaubte.

1) „M. B. ist durch Erschöpfung der Lebenskraft in Folge von Abzehrung gestorben.

2) Diese Todesart wurde durch (möglicherweise selbstständige) Lungenvereiterung, in Concurrenz mit Vereiterung der Harnblase vermittelt.

3) Die Vereiterung der Harnblase ist als die unmittelbare und durch keine Zwischenursache influirte Folge der am rechten Hinterbacken erlittenen Stichwunde anzuerkennen.

4) Durch die Blasenkrankheit ausschliesslich aber wurde das seit dem bezeichneten Tage bis zum Tode, während 4 Jahren und 4 Monaten bestandene Siechthum, wodurch der Be-

schädigte zu seinen Berufsarbeiten völlig unbrauchbar und unheilbar geworden war, verursacht."

Das vom k. Medicinal-Comité eingereichte Gutachten dagegen übergebe ich hiemit unter Genehmigung der hohen Staatsregierung unverändert der Oeffentlichkeit:

1.

Die fragliche dem M. B. beigebrachte Verletzung heilte vollkommen, und ist er durch dieselbe nur für die Zeit von 6 Wochen zu seinen Berufsarbeiten völlig unbrauchbar gewesen.

Der Behauptung, dass die dem M. B. 4 Jahre und 4 Monate vor seinem Tode zugefügte Stichwunde unmittelbar und schliesslich zum Tode geführt habe, sehen wir uns bemüssiget entgegen zu treten und nicht nur negativ, sondern wir sind auch in den Stand gesetzt, die aus Krankengeschichte und Obduktion sich ergebenden Thatsachen zur Grundlage einer positiven Anschauung machen zu können.

Vor Allem scheint uns die Thesis gesichert, dass die Stichwunde bis gegen den Mastdarm gedrungen sei und letzteren verletzt habe.

Dafür spricht, will man den gesunden Sinn des Baders Z. nicht in Zweifel ziehen, seine Angabe, dass am 9. Juny 52, d. i. am anderen Tage nach erlittener Verletzung, aus der äusseren Wunde Darmgas und Koth und aus dem Mastdarme Blut, dafür spricht ferner die Beobachtung des k. Gerichts-Arztes Dr. E., dass durch Druck aus der Wunde schwarzes, übelriechendes, wie es schien, mit Koth vermischtes Blut sich entleert habe, und dass die später gegebenen Klystiere, wie weiterhin Z. berichtet, wieder durch die Wunde herausgingen und der Stuhl noch längere Zeit blutig war, ja dass nach 19 Tagen noch gestocktes Blut mit demselben abging.

Wurde auch bei der Wundbeschau die Verletzung des Mastdarmes selbst nicht aufgefunden, so war die Wunde nach innen und oben und zwar tief genug angelegt, um den Mastdarm zu erreichen.

Der Stichkanal heilte nun von innen heraus dermaassen günstig, dass vom 3. Tage an weder Gas noch Koth, vom 12. an keine Klystierflüssigkeit mehr durch die äussere Wundöffnung drang, dass man nach $5^1/_2$ Wochen mit der Sonde nur mehr $^5/_4$" tief eindringen konnte, bis endlich nach $6^1/_2$ Wochen (am 25. July) die Wunde vollkommen geschlossen war.

An der Leiche, also 4 Jahre 4 Monate nach geschehener Verletzung, fand man den Stichkanal so vollständig geheilt,

dass nur eine äussere Hautnarbe, dagegen weder eine Fortsetzung derselben in das Unterhautgewebe, noch auch eine Narbe im Mastdarme und dessen Umgebung zugegen war.

Daraus lässt sich der sichere Schluss ziehen: M. B. war nach $6^1/_2$ Wochen von seiner Verletzung, insofern sie im Becken nur den Mastdarm betraf, vollkommen hergestellt.

Von einer Verletzung der Urinblase war nämlich zur Zeit der Verwundung keine Rede. Erst die Leichenöffnung gab die Veranlassung, eine mit der Verwundung des Mastdarms gleichzeitig geschehene Verletzung der Blase nicht nur anzunehmen, sondern sogar das Hauptgewicht auf die letztere zu legen, da eben von einer früheren Wund-Narbe am Mastdarme keine Spur mehr aufzufinden war.

Die rechte Blasenwand war, so lautet das Obductionsprotokoll, unterhalb der Linea arcuata und am Ligamentum obturatorium mit der Beckenauskleidung fest verwachsen, daselbst fand sich eine erbsengrosse Erhabenheit, welche zwei Esslöffel consistenten, im verdickten Gewebe der Blasenwand gebildeten Eiters entleerte. Aus der Blase selbst wurde ein $6^1/_2$ Loth schwerer, enteneigrosser Harnstein herausgenommen und nun sah man ihre rechte Wand (also von innen) an der beschriebenen Stelle so durchlöchert, dass man mit dem Zeigefinger bequem in eine fast taubeneigrosse Eiterhöhle dringen konnte. Diese Höhle, mit zerfressenem graulichen Zellgewebe ausgekleidet, nach oben durch die Linea arcuata des rechten cariösen Darmbeines begrenzt, enthielt $^1/_2$ Esslöffel voll Eiter mit Urin gemischt.

Im gerichtsärztlichen Gutachten wird nun der Zusammenhang der Verwundung mit der beschriebenen Vereiterung der rechtsseitigen Blasenwand durch mehrere Momente motivirt.

Das erste ist folgendes:

„Eine gerade Linie von der Wundnarbe, welche sich $3'''$ nach aussen vom rechten Sitzknorren entfernt und zwar zwischen ihm und dem grossen Trochanter befindet, bis an den Mastdarm gezogen, berührt die Harnblase und zwar an jener Stelle, an welcher sich der Eiterherd fand.“

Dabei ist nothwendig hinzuzufügen, das der k. Gerichts-Arzt gleichzeitig annimmt, die Blase sei nur an ihrer äusseren Fläche verwundet, indem der des anderen Tages nach der Verwundung durch den Katheter entleerte Harn rein und blass war.

Es ist nicht schwierig zu beweisen, dass diese Annahme auf einem Irrthume beruht.

Nimmt man nämlich ein skeletirtes Becken zu Hilfe, denkt man sich Mastdarm und Blase in demselben auf die gewöhnliche Weise gelagert, so ergiebt sich, das ein Stichkanal von dem genannten Punkte ausgehend, nach innen und oben gerichtet, entweder durch das Foramen ovale oder durch die grosse Incissura ischiadica mit oder ohne Verletzung der sie begränzenden Bänder in den Beckenraum gelangen kann. Dringt er nun durch das Foramen ovale, so kann er wohl die nicht gefüllte Blase seitlich und aussen verletzen, dagegen wird er die gefüllte durchdringen, in keinem Falle aber und namentlich wenn man die Länge und Breite der zur Verwundung gebrauchten Messerklinge berücksichtigt, den Mastdarm verwunden. Dringt er durch eine Incissura ischiadica, so kann bei grosser Tiefe der Wunde der Mastdarm da, wo er sich gegen die linke Hälfte der Kreuzbeinaushöhlung hinbegibt und gleichzeitig die Blase an der rechten unteren Partie ihrer hinteren Wand verletzt werden, wenn sie sehr ausgedehnt und gefüllt ist.

Wenn wir nun gemäss der Krankengeschichte annehmen müssen, dass der Mastdarm wirklich verletzt worden war, so musste also der Stichkanal nothwendig durch eine Incissura ischiadica gedrungen sein. Dann aber liegt die fragliche Eiterhöhle nicht in der Linie und dem Bereiche des Stichkanales; denn anstatt dass die drei Punkte: äussere Wundöffnung, Eiterhöhle und Mastdarm in einer geraden Linie sich befinden, bilden sie vielmehr die Punkte eines fast rechtwinkligen Dreiecks, dessen Hypothenuse der Stichkanal gegen den Mastdarm zu ist, während die Eiterhöhle den Punkt der rechtwinklig sich durchschneidenden Katheten bildet.

Die Stichwunde hat sonach mit der rechtseitigen Blasenwand nichts zu thun.

Durch diesen Ausspruch wird der oben aufgestellte Satz bestätigt und folgender Art ergänzt: Die dem M. B. zugefügte Wunde verletzte den Mastdarm, aber nicht die Blase, und ist er von dieser Verwundung nach 6½ Wochen wieder hergestellt worden.

2

Der Tod des M. B. wurde durch den üblen Ausgang einer chronischen, die rechtseitige Becken- und Blasenwand einnehmenden Erkrankung verursacht, welche mit der Verletzung in keinem ursächlichen Zusammenhange steht. M. B. wurde auch nicht erst nach der Verleztung arbeitsbe-

schränkt, sondern war es schon lange vor der Verwundung, und würde er auch ohne die dazwischen getretene Verletzung schliesslich zu seinen Berufsarbeiten unbrauchbar geworden sein.

Wenn wir nach dem sub. 1. Auseinandergesetzten mit dem 3. Schlusssatze im gerichtsärztlichen Gutachten nicht einverstanden sein können, dass nämlich die Vereiterung die unmittelbare und durch keine Zwischenursache influirte Folge der Stichwunde war, so muss diese Vereiterung und ebenso die Bildung eines Harnsteines auf eine andere Weise erklärt werden.

Zu diesem Behufe ist es vor Allem nöthig, das den Akten beigegebene Beckenpräparat genauer zu würdigen. Das Beckenpräparat stellt eine vollständige knöcherne Verwachsung und Verschmelzung des rechten Oberschenkelkopfes mit und innerhalb der zugehörigen Pfanne dar.

Dabei ist der Oberschenkelknochen stark nach aufwärts, beinahe in eine Ebene mit dem horizontalen Schambeinaste gestellt.

Der kleine Trochanter ist fast gänzlich geschwunden, der Schenkelhals beträchtlich verkürzt. Eine gleiche Verkümmerung hat die Darmbeinschaufel besonders nach vorn erlitten. Dagegen ist die Röhre des Oberschenkelknockens umfänglicher und ihre Wandung dicker und was wichtiger ist, die ganze nächste Umgebung der Pfanne — nach rückwärts gegen die grosse Incissura ischiadica, nach vorwärts gegen und längs des horizontalen Astes des Schambeines, nach innen gegen die Beckenhöhle zu — nach allen Richtungen beträchtlich voluminöser.

Vom Pfannenboden aus ragt in's kleine Becken ein Knochenauswuchs herein, welcher ungefähr $^1/_2$ Cm. unterhalb der Linea arcuata mit ovaler Basis von 2—2$^1/_2$ Cm. D. entspringt. Seine Oberfläche ist unregelmässig zackig, central etwas vertieft und steigt ihr oberer Rand beiläufig 3 Mm., ihr unterer fast 1 Cm. hoch senkrecht vom Niveau der inneren Beckenwand empor.

Erwägt man nun, dass B. in seinem 11—12. Lebensjahre an einer Entzündung im Hüftgelenke (Coxarthrocace) gelitten habe, welche mit absoluter Unbeweglichkeit (knöcherner Anchylose) endigte, so bleibt auch kein Zweifel, dass nicht nur die knöcherne Einwachsung des Gelenkkopfes in die Pfanne, sondern alle übrigen am Becken beschriebenen Veränderungen, hier der Schwund, dort die übermässige Bildung von Knochensubstanz aus jenem Zeitraume der Coxarthrocace

stammen, also in ihrer Entstehung weit über die Zeit der Verwundung zurückgehen und nur im Verlaufe sich so gestaltet haben, wie es das Präparat uns gegenwärtig zeigt.

Der ehemalige k. Gerichts-Arzt v. V. sagt deshalb in seinem Gutachten, dass M. B. in Folge der Anchylose schon viele Jahre vor der Verwundung arbeitsbeschränkt war. Erwägt man ferner, dass die verdickte rechtseitige Blasenwand unterhalb der Linca arcuata in grösserer Ausdehnung mit der inneren Beckenauskleidung fest verwachsen war, dass daselbst eine mit der Blase communicirende taubeneigrosse Eiterhöhle sich befand, deren obere Grenze durch die Linea arcuata bezeichnet wird, und dass in derselben das Darmbein cariös gefunden wurde; vergleicht man weiter den Sitz des vom Pfannenboden aus in den Beckenraum hereinragenden Knochenauswuchses und der Beschaffenheit der erwähnten Eiterhöhle — so wird klar, dass die ehemalige Entzündung sich nicht blos auf die knöchernen Gebilde des Beckens besschränkt, sondern auch die rechtseitige Blasenwand mit in ihr Bereich gezogen habe.

Während die Entzündung aber grösstentheils den günstigen Ausgang in knöcherne und schwielig narbige Verdickung mit Verwachsung nahm, verursachte sie in nächster Umgebung des Knochenauswuchses brandige Zerstörung und dauernde Eiterbildung.

Wie lange vor dem Tode oder der fraglichen Verwundung des B. diese brandige Zerstörung ihren Anfang genommen habe, und wie lange Zeit dann nothwendig gewesen war, um die im Sektionsbefunde angegebene Grösse zu erreichen, ist aus der anatomischen Veränderung allein nicht mit Bestimmtheit anzugeben; nur so viel ist gewiss, dass der Vorgang eine lange Zeit in Anspruch nahm. Auch kann es weiterhin nicht mehr als ein sonderbares Spiel des Zufalls betrachtet werden, dass die Eiterhöhle sich an der rechten Seite der Blase befand, sondern es ist vielmehr zufällig, dass B. an der rechten Seite verwundet wurde. Würdigen wir nun auch den aus der Blase genommenen Stein.

Im gerichtsärztlichen Gutachten wird auch dieser unter die Folgen der Verletzung gezählt, ja trotzdem, dass der des andern Tages nach geschehener Verwundung mit dem Katheter gewonnene Urin rein und blass war, wird gleichwohl als primitive Ursache, als Kern dieses Steines Blut und Eiter behauptet. Wir durchsägten den Stein, um Aufschluss darüber zu erhalten. Der Kern desselben besteht weder aus

Blut noch aus Eiter. Wäre es der Fall gewesen, hätte namentlich ein Blutgerinnsel zu Präcipitation von Salzen in concentrischen Lagen um dasselbe Veranlassung gegeben, so hätten unsere angeführten Beweisgründe, wenn sie auch für sich unantastbar gewesen wären, nämlich dass der Stichkanal die Blase gar nicht oder doch an der Stelle nicht berührte wo die Vereiterung sich vorfand, dennoch einer wichtigen Stütze entbehrt.

Der Kern besteht vielmehr aus einem Knochenfragmente. Wir verdanken diesen Erfund einzig und allein dem Mikroskope. Er ist ebenso selten als entscheidend für unseren Fall. Das Knochenfragment zeigt auf dem Durchschnitte einen unregelmässigen Contur, einen Längen- und Breitendurchmesser von 1—2 Cm. Die Form und Grösse sind hinreichend, um den Gedanken abzuweisen, dass es durch die Harnröhre eingebracht worden sei.

Degegen weist die beschriebene Veränderung an der rechtseitigen Harnblasenwand und dem entsprechenden Beckentheile, womit dieselbe verwachsen war, wir meinen die brandige Zerstörung und der in die Eiterhöhle hineinragende cariöse Knochenauswuchs darauf hin, dass die nekrotische Abstossung eines Stückchens dieses Knochenauswuchses erfolgt sein musste, welches, da die Eiterhöhle mit der Blase communicirte, zum Kern eines Harnsteines wurde. So bilden also die rechtseitige Coxarthrocace, die knöcherne Verwachsung des Hüftgelenkes, der Knochenauswuchs in die Beckenhöhle, die Verwachsung der Blasenwand, die brandige Zerstörung im Umkreise der Exostose, also innerhalb der Verwachsungsstelle der Blase mit dem Becken, der Durchbruch in die Blasenhöhle, die nekrotische Abstossung eines Fragmentes der Exostose und Umschichtung desselben mit Harnsalzen, die dauernde Eiterbildung — die untrennbaren Glieder der chronischen Erkrankung, an welcher M. B. litt.

Gehören aber die Vereiterung der Harnblase und die Bildung eines Steines einer schon früher bestehenden Erkrankung des M. B. an, so scheint für den Beweis, dass die Verwundung mit der Blasenkrankheit und dem aus dieser abzuleitenden Tode in keiner ursächlichen Beziehung stand, kaum etwas zu fehlen.

Wir können deshalb die 3 übrigen Schlusssätze im gerichtsärztlichen Gutachten ohne Bedenken und ohne dass wir einen wesentlichen Zusatz für nöthig fänden, unterschreiben. Sie heissen:

1) M. B. ist durch Erschöpfung in Folge von Abzehrung gestorben.

2) Diese Todesart wurde durch Lungen- und Nierenvereiterung in Concurrenz mit und in Folge von Vereiterung der Harnblase vermittelt.

3) (4. im gerichtsärztlichen Gutachten) Durch die Blasenkrankheit ausschliesslich aber wurde das dauernde Siechthum erzeugt, durch welches B. zu seinen Berufsarbeiten völlig unbrauchbar und unheilbar geworden war.

Es bleibt uns nur noch übrig, einige Erscheinungen zu deuten, welche scheinbar dem bisher Vorgetragenen widersprechen. Wir haben gezeigt, dass die Urinblase entweder gar nicht verletzt wurde, oder wenn es wirlich geschah, so wird die Verletzung nur im umgebenden Zellgewebe und zwar nur an der rechtseitigen unteren Partie der hinteren Wand stattgefunden haben.

Wäre diese Verletzung wirklich constatirt, so könnte man vielleicht die Erscheinung darauf beziehen, dass von dem Momente der Verwundung an eine 19stündige Urinverhaltung eintrat; allein den Satz umkehren und die Urinverhaltung als Beweismittel für die Verletzung der Blase nehmen, dies halten wir für durchaus unmotivirt. Dagegen ist Urinverhaltung auf geringfügige Anlässe schon eine der häufigsten Erscheinungen, womit Blasensteine ihre Anwesenheit kund geben. Wenn der vielerfahrene Dr. E. von einem Steine nichts angibt, so möchten wir entgegnen, dass er nicht darnach gesucht und sondirt habe, denn er wollte nur einfach Urin entleeren, und hätte er darnach gesucht und ihn dennoch nicht gefunden, so wäre dies immer noch kein unumstösslicher Beweiss dafür gewesen, dass ein Stein vor der Verwundung wirklich noch nicht in der Blase gebildet war. Dazu kömmt, dass, wenn es auch möglich ist, dass ein Blasenstein innerhalb 4 Jahren, ja in seltenen Fällen in noch kürzerer Zeit die Grösse des vorliegenden erreicht, er dann eine andere Strukturbeschaffenheit zeigen würde. Er würde nämlich in diesem Falle ausgesprochene concentrische Schichten darbieten und diese würden aus mehr oder weniger zerreiblichen, dicht zusammenhängenden, mehr amorphkörnigen Massen bestehen: während der fragliche Stein ein davon völlig verschiedenes Ansehen zeigt, nämlich harte, drusige Krystallsäulen (aus phosphorsaurer Ammoniak - Magnesia) in ausgesprochener radiärer Anordnung und zwischen denselben mehr oder weniger breite Lücken und Spalten. Eine solche Beschaffenheit wird nur

durch eine vieljährige, mittelst fortwährenden Auslaugens und Wiederkrystallisirens geschehende Umwandlung ermöglicht, oder wie es H. Meckel nennt, durch eine Art von Stoffwechsel im Steine. Sind wir auch nicht im Stande, das genaue Alter des in Rede stehenden Steines anzugeben, so dürfen wir gemäss seiner Struktur im Zusammenhalte mit seiner Grösse doch keinen Augenblick zaudern, das Alter desselben weit über 4 Jahre zu schätzen.

Gegen die Annahme, dass die Urinverhaltung unmittelbar nach der Verwundung anstatt auf eine Verletzung der Blase zu deuten, vielmehr die Anwesenheit eines Steines verkündete, dürfte der Umstand, dass sich die Harnverhaltung kein zweites Mal wiederholte, nicht anstreiten, denn die vom andern Tag nach der Verletzung begonnene und fortgesetzte ruhige Lage im Bette war wohl im Stande, dieselbe zu verhüten.

Der gewichtigste Beweis im gerichtsärztlichen Gutachten dafür, dass der Stein und die Blasenentzündung nicht schon vor der Verwundung bestanden habe, ist der, das M. B. zuvor gesund, aber vom Tage der Verletzung an vollkommen arbeitsunfähig war. Nach dem, was vorliegt, ist jedoch der Grad der Gesundheit „zuvor“ nicht angegeben und müssen wir der Begutachtung des früheren k. Gerichts-Arztes v. V. zufolge Bedenken tragen, mehr als eine mittelmässige Gesundheit anzunehmen.

Dass B. vom Tage der Verletzung an krank war, darin finden wir unter Erwägung der Tiefe der Stichwunde und dass der Mastdarm mit verletzt wurde, durchaus nichts Auffallendes. Dies aber als Stütze für die Annahme zu gebrauchen, dass auch das 4jährige Siechthum sammt Tod der Verwundung auch nur insofern zur Last zu legen sei, als dieselbe Anlass gegeben habe etwa zur rascheren Entwicklung der bereits vorhandenen chronischen Krankheit, dies halten wir deshalb für gewagt, weil wir wicht im Stande sind, zu entziffern, welche Höhe dieselbe zur Zeit der Verwundung bereits erreicht hatte und welche andere Ursachen schädlich auf B. eingewirkt haben. So messen wir in dieser Beziehung, namentlich der Rauferei am Tage der Verwundung, wobei er mehrere Contusionen erhielt, an ein Brett hingerannt, in der Art über die Stiege gedrängt wurde, dass er 4 — 5 Treppen auf dem Hintern hinabrutschte — die bei weitem grössere Schuld bei, als der Stichwunde, dass nämlich der Stein in seinem Lager erschüttert wurde und so zur erneuten und erschöpfenden Eiterbildung geführt habe.

Untersuchungen über den Tastsinn.

Von

G. Meissner.

1. Abtheilung.

(Hierzu Taf. II. B.)

Indem ich mich anschicke, Untersuchungen mitzutheilen, die in's Gebiet der Physiologie des Tastsinns gehören, kann ich es nicht unterlassen, ein Paar Worte über den Zweck und den Inhalt dieser Mittheilungen vorauszuschicken.

Bei einer früheren Gelegenheit wurde ich veranlasst über mehre den Tastsinn betreffende Punkte Ansichten zu äussern. Daran knüpften sich verschiedene Controversen, indem namentlich ein Theil der von mir geäusserten Ansichten sehr entschiedenen Widerspruch erfuhr. Der Streit bewegte sich wesentlich auf einem Gebiet, wo weder experimentelle Thatsachen, die zur Entscheidung hätten benutzt werden können, vorlagen, noch solche damals von mir zur etwaigen Stütze meiner Ansichten beigebracht werden konnten. — Es ist nun nicht meine Absicht, auf jene früher geäusserten Ansichten zurückzugehen, dieselben von Neuem auf ähnliche Weise, wie damals, durch theoretische Gründe zu stützen zu suchen, auch nicht, dieselben gegen Angriffe zu vertheidigen.

Was ich in der Mittheilung dieser Untersuchungen vorzubringen habe, steht zunächst nur in sehr lockerem Zusammenhange mit Früherem. Ich will damit nicht angedeutet haben, dass ich meine früher geäusserten Ansichten einfach jetzt auf sich beruhen lassen wolle, dass ich sie stillschweigend zurücknehme. Es wird im Gegentheil der Verlauf meiner Untersuchungen auf einen Theil der früher von mir erörterten Fra-

gen zurückführen, jedoch von einer ganz andern Seite her, als von der dieselben bisher betrachtet wurden. Wie die Antworten von dem inzwischen sich wesentlich ändernden Standpunkte aus ausfallen werden, darüber will ich hier keine Andeutungen machen, weil ich vor der Hand gar kein Interesse dabei habe, dass das hier Mitzutheilende schon auf früher discutirte Punkte bezogen werde. In dieser Absicht vermeide ich es auch, äusserlich, im Ausdruck an meine früheren Auslassungen anzuknüpfen.

In einem Punkte freilich knüpfen meine Versuche an meine früheren Arbeiten über denselben Gegenstand unmittelbar an: ich gelangte zu den Versuchen in der Bemühung, der Bedeutung der Tastkörperchen auf die Spur zu kommen; denn ich will es sogleich gestehen, dass ich in keiner der hierüber vorgebrachten Ansichten eine auch nur im Mindesten befriedigende Erklärung für ihre Existenz finden konnte, was freilich damit zusammenhängt, dass das, was wir, R. Wagner und ich, nach unseren zum Theil gemeinschaftlichen Untersuchungen über die anatomischen Verhältnisse der Tastkörperchen hingestellt haben, bisher nur von Wenigen bestätigt gefunden wurde, und daher das Object, um dessen Erklärung, Deutung, um dessen Einreihung in die Physiologie es sich handelt, in den Augen Vieler keinesweges den Werth zu haben scheint, als dass darum besondere Anstrengungen, mehr als eine beiläufige Bemerkung, zu machen seien.

Folgen wir der nach E. H. Weber allgemein angenommenen Bezeichnungsweise, so giebt es einen über die ganze äussere Haut verbreiteten Tastsinn, in dessen Gebiet zwei Klassen von Empfindungen gehören, die Druckempfindungen und die Temperaturempfindungen, und so spricht man von einem Drucksinn und von einem Temperatursinn, zu welchen beiden noch die Fähigkeit zur räumlichen Unterscheidung von Eindrücken kommt, der sogenannte Ortssinn. Mit diesem letzterm, der räumlichen Sonderung der Eindrücke, worüber seit den Untersuchungen E. H. Weber's bis jetzt bei weitem die meisten experimentellen Forschungen und theoretischen Ueberlegungen angestellt wurden, werde ich mich hier nicht beschäftigen. Ebenso lassen wir vor der Hand auch die Temperaturempfindungen ganz bei Seite liegen und beschäftigen uns nur mit dem sogenannten Drucksinn.

Nach der Abgrenzung des Untersuchungsgebiets von dieser Seite her muss ich auch noch von einer anderen Seite her

Grenzen für diese erste Abtheilung meiner Untersuchungen ziehen: ich beschränke mich in derselben durchaus auf die Haut der Hand und Finger und auf die Haut des Fusses, so weit diese der Untersuchung zugänglich ist.

Wir berühren einen festen Körper, der dieselbe Temperatur hat, wie die Haut, mit dem Finger und haben eine Empfindung davon[1]). Die Aufgabe ist, den ganzen Vorgang zu analysiren. Man kann die Aufgabe von zwei Seiten angreifen: wir könnten damit anfangen den Inhalt, die Qualität der Empfindung zu untersuchen und von den letzten Vorgängen in der ganzen Kette der Processe zur Betrachtung der ersten, der peripherischen schreiten. Diesen Weg schlagen wir nicht ein, sondern wir werfen als erste Frage die auf, worin besteht die unter den genannten Umständen stattfindende Einwirkung auf die Hautnerven, mit anderen Worten, welches ist die Qualität des äusseren Reizes, wenn wir, bei Ausschliessung von Temperaturempfindung, mit dem Finger einen festen Körper berühren. Die Antwort scheint einfach zu sein: Der Druck, welcher entweder durch den drückenden Finger oder durch das Gewicht des auf dem Finger ruhenden Körpers zunächst auf die Epidermis ausgeübt wird und durch dieselbe sich bis auf die Enden der sensiblen Nerven fortpflanzt.

Es kann kein Zweifel darüber sein, dass wenn wir die Berührung eines festen Körpers mit dem Finger fühlen, ein Druck auf die Epidermis stattfindet[2]). Durch eine sehr dan-

[1]) Nach der gewöhnlichen allgemein verbreiteten Terminologie nennt man diese Empfindung eine „Druckempfindung“. Da ich diese Bezeichnung nach dem, was ich empfinde, für unpassend halten muss, so wollte ich früher eine andere Bezeichnung an die Stelle setzen. Die Bezeichnung „Berührungsempfindung“ verwarf ich früher aus Gründen, die ich hier übergehe. Kürzlich wurde von Aubert und Kammler eine „Berührungsempfindung“ unterschieden von „Druckempfindung“, und da damit Etwas von dem zugegeben ist, was ich früher behauptet habe, so füge ich mich gern der Bezeichnung, die ich im Verlauf gebrauchen werde. Doch kann ich nicht unterlassen darauf aufmerksam zu machen, dass die Verff. jene Bezeichnung in einer Beziehung nicht günstig gewählt haben, weil die Bedeutung des Wortes, genau betrachtet, meinen Ansichten mehr zugiebt, als die Verff. wollen. Berühren ist nämlich ein Wort, welches wohl nicht anders gedacht werden kann als mit Rücksicht auf ein Berührtes, auf ein Object, und die Bezeichnung „Berührungsempfindung“ liesse sich dazu benutzen, zu beweisen, dass der, der auf das Wort verfiel, dem es in der That seine Empfindung oder vielmehr die sich daran unmittelbar knüpfende Vorstellung auszudrücken schien, dann auch in grösserer Uebereinstimmung mit meinen Ansichten sein müsse, auf die ich hier jedoch durchaus nicht eingehen will.

[2]) Es ist mir unbegreiflich, wie man dazu gekommen ist, mir vorzuhalten, ich hätte „eine Berührung ohne Druck“ annehmen wollen. (Aubert

kenswerthe Untersuchung von Aubert und Kammler haben wir kürzlich auch erfahren, dass die Grösse dieses Druckes eine gewisse, für verschiedene Hautregionen verschiedene untere Grenze (Minimalgrenze) nicht überschreiten darf, wenn bei der Berührung noch eine Empfindung stattfinden soll.

---

und Kammler. Untersuchungen über den Druck- und Raumsinn der Haut. Untersuchungen zur Naturlehre von Moleschott. V. p. 153). In meinem letzten Aufsatze „Zur Lehre vom Tastsinn" in dieser Zeitschrift 2. Reihe. IV. p. 272 steht: „Es fragt sich, in welcher Weise unter diesen Umständen (sc. bei Berührung der Fingerspitze mit einem Gegenstande) die Wechselwirkung vor sich geht, und als Antwort werden wir sagen, dass ein Druck von dem Körper auf die mit ihm in Berührung befindlichen Hauttheilchen ausgeübt wird". Mit dieser möglichst klaren Aeusserung steht es doch nicht im Widerspruch, wenn ich p. 265 desselben Aufsatzes sage: „eine einfache Tastempfindung entsteht, wenn die Fingerspitze einen Gegenstand berührt, am besten ohne eine sichtbare oder messbare Zusammendrückung der Hauttheilchen zu bewirken." Ist denn damit geleugnet, dass Druck im physikalischen Sinne stattfindet? Und was die „nicht sichtbare oder messbare Zusammendrückung" betrifft, so werden wir sogleich sehen, dass dieser Ausdruck ganz wohl berechtigt ist. — Endlich steht p. 274 desselben Aufsatzes: „Einfache Tastempfindung ist daher identisch mit Druckwahrnehmung durch die Tastkörperchen". Ich ziehe diese Stellen hier herbei, nicht um auf das schon einzugehen, was ich mit der Bezeichnung einfache Tastempfindung wollte, sondern nur um einen Vorwurf zurückzuweisen, der nur dadurch entstanden sein kann, dass der, der ihn machte, nicht meine Ansichten durchgelesen hat, sondern entweder sein Urtheil nach entstellten Berichten Anderer bildete, oder einzelne meiner Aeusserungen selbst durchaus missverstand. Ich habe nie geleugnet, dass unter den einfachsten Umständen, unter denen eine „Druckempfindung" oder „Berührungsempfindung" oder Tastempfindung, die nicht Temperaturempfindung ist, entsteht, ein Druck im physikalischen Sinne des Wortes ausgeübt wird. — Ich habe einige Messungen darüber angestellt, wie tief der Eindruck, wie gross die Verschiebung der Epidermistheilchen ist, wenn Gewichte auf dieselbe drücken (ohne zu verletzen), die eine deutliche Empfindung veranlassen. Dieser Eindruck ist, bei geringem Druck, wie er etwa bei sanfter Berührung stattfindet, so klein, dass mit blossem Auge nichts davon zu sehen ist. Die Versuche wurden folgendermaassen angestellt. Ein Wagbalken (von einer feinen Wage) trug an dem einen Arm einen vertical frei herabhängenden Stahlstab, an dessen unterm Ende hartes Wachs eine sanft abgerundete glatte Fläche von etwa einer Quadratlinie bildete. Diesem Stabe hielt auf der andern Seite ein Gewicht genau das Gleichgewicht. Am Züngelchen der Wage war ein kleiner Spiegel (mit Gegengewicht) befestigt, in welchem mit dem Fernrohr die Theilung eines einige Fuss davor aufgehängten Maassstabes abgelesen wurde. Ich erhielt den Ausschlag der Wage etwa 50 Mal vergrössert. Zunächst wurden die Finger frischer Leichen benutzt und in passender Weise, ohne die Haut der Volarfläche des letzten Fingergliedes zu spannen, auf einer Unterlage befestigt, welche mittelst einer Mikrometerschraube auf und nieder bewegt werden konnte. Die zu untersuchende Hautstelle wurde nun mittelst der Mikrometerschraube so unter den am Wagbalken befestigten Stab gehoben, dass nur noch ein Minimum von Drehung der Schraube dazu gehörte um zu berühren; dann wurde der Wagbalken durch Reiter von bekanntem Ge-

Es entsteht nun die zweite Frage, was bewirkt der auf die Epidermis stattfindende Druck in der Haut, und namentlich, was bewirkt er in der nächsten Umgebung der Nervenenden.

Trifft ein Stoss auf einen Theil der Oberfläche eines Körpers, so hängt die Art und Weise wie die Molekeln des getroffenen Körpers verschoben werden, die Grösse der durch eine bestimmte Stosskraft bewirkten Verschiebung und die Richtung derselben zunächst von den Elasticitätsverhältnissen des getroffenen Körpers ab, und die unendlich vielen Fälle, welche hier möglich sind, liegen eingeschlossen zwischen zwei extremen Fällen: nämlich, um mich eines Ausdruckes von Ludwig zu bedienen, entweder die einer Masse zugehörigen Theilchen verschieben sich an einander ohne ihren Abstand zu ändern, oder sie ändern den letzteren ohne ihre Lagenrichtung aufzugeben, mit anderen Worten ohne ihre relative Anordnung in dem Aggregat zu verändern. In dem ersteren Falle befinden sich die nicht zusammendrückbaren Körper, tropfbare Flüssigkeiten, wie das Wasser; die durch einen Stoss auf die freie Oberfläche einer solchen Masse einzelnen Theilen derselben mitgetheilten Bewegungen führen zu Formveränderungen der Grenzen derselben, während im zweiten Falle Verdichtungen (und Verdünnungen) der Masse erzeugt werden, wobei die sichtbare Grenze der Masse möglicherweise vollkommen unverändert sich erhalten kann.

---

wicht vorsichtig, ohne den Fall wirken zu lassen, beschwert und die Impression vergrössert mit dem Fernrohr abgelesen. Auf der Mitte der Volarfläche des letzten Gliedes eines Zeigefingers bewirkte der Druck von 0,05 Grm. (bei obengenannter Oberfläche) einen Eindruck von 0,02 Mm., der Druck von 0,1 Grm. einen Eindruck von 0,04 Mm. Der Druck von 0,25 Grm. einen Eindruck von 0,08 Mm. Bei weiterer Belastung nahm die Grösse des Eindrucks nicht mehr fast proportional der Belastung zu, sondern in immer abnehmender Progression, während mehre Male die der Belastung proportionale Zunahme der Impression bei den leichtesten Druckgraden beobachtet wurde. Wahrscheinlich kommt bei diesen kaum die feste Epidermis in Betracht, sondern zuvor noch die lockere Schicht in der Abschuppung begriffener Zellen. Da obige Zahlen natürlich nur Beispiele sind, die speciell nur für bestimmte Verhältnisse gelten, so mag es daran genügen. Uebrigens waren die verschiedenen Ergebnisse für die entsprechenden Hautstellen bei äusserlich ähnlichen Fingern sehr ähnlich. Am Lebenden solche Messungen anzustellen ist sehr schwer, wegen der fast ganz unvermeidlichen Bewegungen, des Zitterns u. s. w. des Fingers, der natürlich auch befestigt sein muss. Ich habe einige Messungen an meinen eigenen Fingern anstellen lassen, so wie auch mein College von Babo einige Versuche anstellen liess. Es wurden durchgängig etwas tiefere Impressionen verzeichnet, doch ist mehr als wahrscheinlich, dass daran die der Wage von Zeit zu Zeit mitgetheilten kleinen Stösse Schuld sind, und sich der Wirkung des Gewichtes allein noch eine Wirkung vom Falle beigesellte. —

In dem ersteren Falle wird, wenn die Massentheilchen ungehindert dem ihnen durch den Stoss ertheilten Bewegungsstreben folgen können, das Resultat des Stosses Bewegung der Massentheilchen, Ortsveränderung, ohne dauernde Spannungsveränderung zwischen ihnen sein, während im zweiten Falle das Resultat des Stosses als eine der Dauer des Stosses, der Dauer des Druckes entsprechende dauernde Spannungserhöhung zwischen den Massentheilchen wird bezeichnet werden können, wobei wir in beiden Fällen hier davon absehen können, dass weder die Bewegung im ersten Falle, nach die Spannungsvermehrung im zweiten Falle, die Annäherung der Theilchen, auf die direct von dem Stosse getroffenen Theilchen beschränkt bleibt, sondern beide Vorgänge in Form einer fortschreitenden Welle sich in der Masse ausbreiten. In jedem zwischen diesen beiden Extremen liegenden Falle wird Beides eintreten, wenn ein Stoss auf einen Theil der freien Oberfläche des Körpers trifft, sowohl Bewegung, Ausweichung der Theilchen nach dem Orte geringeren Druckes, als auch Annäherung der Theilchen, Spannungserhöhung in der Masse. Wir können somit in einem solchen Falle zwei Wirkungen eines stattfindenden Druckes unterscheiden, ein Mal eine der Dauer des Druckes entsprechende temperoräre Spannungszunahme in der Masse, und zweitens Verschiebungen der Theilchen in der Richtung nach Orten geringeren Druckes, welche Bewegung aber der Anfang einer Oscillation der Theilchen sein wird, die je nach den Elasticitätsverhältnissen langsamer oder rascher in einer neuen Gleichgewichtslage zu Ruhe kommen, um beim Aufhören des Druckes ebenfalls oscillirend in ihre ursprüngliche oder bei unvollkommener Elasticität, in eine den veränderten Verhältnissen entsprechende Gleichgewichtslage zurückzukehren. Sind die Elasticitätsverhältnisse in der Masse nicht die gleichen nach allen Richtungen hin, so kommt, abgesehen von der Stärke des Stosses, auch die Richtung, in welcher derselbe die Theilchen zu verschieben strebt, in Betracht hinsichtlich der näheren Beschaffenheit des Erfolges, und ebenso ist, was hier beiläufig noch zu erwähnen wäre, die Richtung, in welcher ein Druck wirkt, dann nicht gleichgültig, wenn es darauf ankommen sollte, innerhalb einer Masse eine Bewegung der Theilchen nach einer bestimmten Richtung hin entweder auszuschliessen oder zu veranlassen.

Die Haut und alle in ihr gelegenen Theile sind nun von der Beschaffenheit, dass im Ganzen genommen jedenfalls ein zwischen obigen beiden extremen Fällen gelegenes Verhalten stattfindet, wenn ein Stoss, ein Druck auf dieselbe einwirkt:

es erfolgt Spannungszunahme verbunden mit Verschiebungen der Theilchen, mit Ortsveränderungen, die nicht blos in einer gegenseitigen Annäherung der kleinsten Theilchen bestehen. Aber da die Haut aus mancherlei verschiedenen Gewebtheilen besteht, da bei einem auf die Epidermisoberfläche stattfindenden Druck successive Theile von verschiedener Beschaffenheit getroffen werden, so wird im Allgemeinen auch das Resultat des Druckes für die verschiedenen Elemente nicht ganz gleich ausfallen, indem die einen leichter Spannungszunahme, die anderen leichter Verschiebungen zulassen, Unterschiede, die zum Theil wohl bedingt sind durch die Verschiedenheit im Wassergehalt der Gewebtheile.

Die Frage ist nun die, ist für das Zustandekommen eines Reizes der sensiblen Hautnerven die durch den Druck eines berührenden Körpers gesetzte dauernde, constante Spannungserhöhung in der Haut, in der Umgebung der Nervenenden, das wesentliche Moment, oder ist es die Bewegung, eine oscillirende Bewegung etwa, in welche Theilchen der nächsten Umgebung der Nervenenden beim Eintreffen des Stosses und beim Aufhören desselben versetzt werden. Um einem Missverständniss vorzubeugen will ich hinzufügen, dass ich nicht verkenne, dass wenn irgend welche Theilchen im Innern der Haut oscilliren, bei jedem Hin- und Hergang Spannungszunahmen und Spannungsabnahmen entstehen; diese sind natürlich nicht gemeint, wenn ich von einer durch den Druck bewirkten dauernden Spannungszunahme rede. Da es aber nicht die Absicht ist, eine Auseinandersetzung des Zustandekommens von Oscillationen überhaupt zu geben, so bleiben jene mit den Oscillationen nothwendig stets verbundenen Spannungsveränderungen unberücksichtigt oder vielmehr sie verstehen sich von selbst, wenn wir von oscillirenden Bewegungen reden. Die Alternative, die in der obigen Frage gestellt ist, der Unterschied, auf welchen es hier ankommt, ist entsprechend dem bei dem Hörnerven in Betracht kommenden: eine constante Spannungsveränderung, ein stetiger Druck der die Enden des Hörnerven umgebenden Theilchen ist kein Reiz für diesen Nerven, sondern nur fortlaufende, mit gewisser Geschwindigkeit erfolgende Veränderungen in den Spannungs- oder Lagerungszuständen des Gehörnerven oder in den ihn umgebenden Theilen werden von dem Gehörnerven als Schall empfunden.

F u n k e erwähnt da, wo er von den Tastkörperchen spricht, als von mit Flüssigkeit oder mit fest-weicher Masse gefüllten Bläschen, dass dieselben geeignet erscheinen zur Mittheilung

leiser Bewegungen, Oscillationen. Aber meines Wissens ist jene Frage bisher nicht ernstlich aufgeworfen, wenigstens kein Versuch zu ihrer Lösung geschehen; und jedenfalls scheint man ziemlich allgemein in der constanten Spannungserhöhung in der Umgebung der Nerven das Wesentliche gesehen zu haben. Deutlich ausgesprochen enthält auch jene Vermuthung E. H. Weber's die obige Frage nicht: „man dürfte dann vielleicht vermuthen, dass ein in bestimmter Richtung auf die Theile der Haut wirkender Druck und Zug die Empfindung von Druck und Zug, dass dagegen eine in gewissen Theilen der Haut nach vielen Richtungen stattfindende Zusammendrückung und Ausdehnung die Empfindung von Kälte und Wärme verursachten." Ich selbst sprach in meinen „Beiträgen zur Anatomie und Physiologie der Haut" p. 34 aus, dass es im Allgemeinen wahrscheinlich sei, „dass die Qualität des bei der Berührung des Fingers mit einem Gegenstande entstehenden inneren Sinnesreizes, wie er sich durch die Epidermis bis zu erregbaren Nervenenden fortpflanzt", Oscillation der kleinsten Theilchen sei.[1])

Taucht man die Hand in Wasser von der Temperatur der Haut, so hat man keine Berührungsempfindung, überhaupt keine Empfindung von denjenigen Theilen der Volarseite (von welcher zunächst allein die Rede sein soll), welche ganz vom Wasser bedeckt sind. Man kann die Hand so tief eintauchen, wie man will, es entsteht nie die leiseste Druckempfindung (nach der gewöhnlichen Terminologie) von der Volarseite der Finger und der Hand aus, obwohl eine Wassersäule auf diese Hauttheile drückt, die viel beträchtlicher wiegt, als der feste Körper, dessen Druck hinreicht, um eine Empfindung hervorzurufen. — So ist es bei allen Flüssigkeiten, auch beim Queck-

---

[1]) Mit Rücksicht auf den bereits oben p. 94 in der Anmerkung zurückgewiesenen Vorwurf sei es erlaubt, hier auch noch den weiteren Verlauf meiner oben im Text berührten Worte in Erinnerung zu bringen: Dann müssen wir in der bei der Berührung stattfindenden Einwirkung des Körpers auf die Hautoberfläche die Ursache dieser molekulären Bewegungen (Oscillationen) suchen .... es scheint am wahrscheinlichsten die veranlassende Ursache jener Oscillationen in einer mechanischen Einwirkung zu suchen, nämlich in dem Druck, wie er auch bei der blossen Berührung zweier Körper gegenseitig stattfinden muss. — Ich will, wie auch schon anderswo bemerkt, mich gern mancher Ungenauigkeiten im Ausdruck namentlich in den „Beiträgen zur Anatomie und Physiologie der Haut" anklagen; aber diese sind nicht von der Art, wie die hier und oben herbeigezogenen Stellen darthun werden, dass sie ein so völliges Missverstehen meiner Ansichten bedingen mussten, in welchem mir neben Anderm vorgeworfen wurde, ich leugnete eine mechanische Einwirkung eines die Haut berührenden Körpers.

silber. Taucht man die Finger, die ganze Hand in warmes Quecksilber sanft ein (die Finger senkrecht nach unten gerichtet), so entsteht von den ganz unter dem Quecksilberspiegel befindlichen Hauttheilen (Volarseite) aus durchaus gar keine Empfindung, auch nicht im ersten Moment des Eintauchens, auch nicht, wenn man durch Auf- und Niederbewegen der Hand stets wechselnden Druck auf die Hauttheilchen wirken lässt. Es ist ganz gleichgültig, ob eine Quecksilbersäule von ein Paar Linien Höhe oder von $^1/_2$ bis $^3/_4$ Fuss Höhe auf die Vola drückt; man fühlt keine Spannung, keinen Druck, keine Berührung. (Ich konnte zu diesen Versuchen den Quecksilbervorrath des chemischen Laboratoriums benutzen, wofür ich meinem Freund und Collegen von Babo zu grossem Danke verpflichtet bin.) Ich hebe es noch einmal hervor, dass hier zunächst nur die Rede von den Hauttheilen ist, die ganz unter Quecksilber sind: die Hauttheile, über denen grade der Rand des Quecksilbers liegt, werden später noch besonders in Betracht gezogen werden. Dass bei einigermaassen tiefem Eintauchen der Hand ein eigenthümlicher Druck in den Fingergelenken empfunden wird, die grosse Neigung haben sich zu beugen, sowie, dass die weiche Hautfalte zwischen den Fingern gezerrt wird und davon ein Gefühl entsteht, interessirt uns hier zunächst nicht.

Kein Zweifel, dass der Druck des Quecksilbers längst hinreichend sein würde, um, von einem festen Körper ausgeübt, eine Druckempfindung, Berührungsempfindung hervorzurufen; auch ist der Druck nicht etwa zu hoch; denn auch diejenigen Hauttheile, die nur eben vom Quecksilber bedeckt werden, geben, wie gesagt, keine Empfindung. Man darf auch nicht etwa vermuthen, dass die Empfindung nur sehr rasch vorüberginge, im ersten Moment des Quecksilberdrucks aber vorhanden wäre: dem ist nicht so, was namentlich ohne Täuschung zu bemerken ist, wenn man, ohne die Finger ganz aus dem Quecksilber herauszuziehen, sie nur rasch darin auf und niederschiebt, so dass z. B. die Fingerspitze in rascher Folge sehr kleinem und sehr hohem Druck ausgesetzt wird, was jedenfalls Empfindungen zur Folge haben müsste, wenn im ersten Augenblick des einwirkenden Quecksilberdrucks überhaupt eine Empfindung da entstünde, wo die Haut ganz vom Quecksilber bedeckt wird. Woher es kommt, dass man bei heftigem Hineinfahren in das Quecksilber an den Fingerspitzen eine Empfindung hat, werden wir später sehen, ebenso, weshalb die leise Berührung eines Quecksilberkügelchens eine deutliche Empfindung verursacht.

Sehr auffallend ist es, wenn man mit der tief in Quecksilber getauchten Hand nur ganz leise die Wand des Gefässes berührt und die deutlichste Empfindung davon hat; welches Minimum von Druck kommt dabei zu dem relativ enormen Druck des auf der Haut lastenden Quecksilbers hinzu.

Wir sehen, dass der Druck, welchen Flüssigkeiten direct auf die Haut der Vola ausüben, keine Empfindung hervorbringt. Wir könnten nun zunächst auch den Druck, welchen gasförmige Körper ausüben, untersuchen, wollen jedoch hierauf erst später eingehen.

Es fragt sich nun, worin besteht der Unterschied der Umstände, ein Mal, wenn ein fester Körper auf der Vola lastet, das andere Mal, wenn Flüssigkeit direct auf dieselbe drückt.

Im ersten Falle entsteht eine Empfindung, im zweiten Falle nicht.

Zunächst haben wir mit Sicherheit das Resultat gewonnen, dass die Grösse des Druckes, die Schwere des Gewichts keinesweges allein in Betracht kommt, wenn es gilt eine Druckempfindung oder Berührungsempfindung hervorzurufen.

Der einzige Unterschied zwischen der Berührung der in Quecksilber getauchten Vola mit dem Queksilber und der Berührung zwischen Vola und einem darauf lastenden festen Körper ist der, dass das Quecksilber und jede andere Flüssigkeit alle Punkte eines in Betracht gezogenen Stückes der Oberfläche der Epidermis vollständig bedeckt, dass jeder Punkt der Epidermisoberfläche mit der Flüssigkeit in Berührung ist, während jeder feste Körper getragen wird von den Leisten, von den Reifen der Epidermis und nur einen grösseren oder kleineren Theil von dem Scheitel dieser Leisten berührt, niemals aber auch vollständig die zwischenliegenden Thäler ausfüllt und die Oberfläche daselbst berührt. Diese Reifen der Epidermis sind so fest und elastisch, dass sie einem ausserordentlich grossen Druck Widerstand leisten; eine Glättung, Ausgleichung dieser Reifen und Thäler findet niemals statt; viel eher biegen sich die Reifen, legen sich um, wenn sehr starker Druck auf ihre Scheitel drückt. Immer besteht daher die genannte Verschiedenheit der Verhältnisse beim directen Druck von Flüssigkeiten einerseits und anderseits von festen Körpern.

Somit haben wir die Verschiedenheit der Umstände, unter denen der feste Körper und der flüssige Körper auf die Volarflächen drückt, bezeichnet. Weiter fragt sich nun, was die Folgen des Druckes in beiden Fällen, unter den beiden verschiedenen Umständen sind.

Was zunächst die constante Spannungsvermehrung betrifft, welche die Hauttheilchen erleiden, so wird diese offenbar durch den Druck des Quecksilbers, einer Flüssigkeit überhaupt, grade so gut, wenn nicht besser, erreicht werden, wie durch den Druck eines festen Körpers von gleichem Gewicht und gleicher Oberflächengrösse. Hinsichtlich dieses Moments, der Spannungserhöhung, kann kein qualitativer Unterschied stattfinden zwischen dem Druck des festen Körpers auf die Epidermisleisten und dem Druck von Flüssigkeiten auf die ganze Epidermis-Oberfläche. Wenn aber in dieser Beziehung kein qualitativer Unterschied existirt, so kommt überhaupt die constante Spannungserhöhung bei der Berührung eines Körpers mit der Volarfläche nicht in Betracht als das die Empfindung veranlassende Moment, und wir wenden uns daher nun an das zweite Moment, welches bei den Folgen eines auf die Haut ausgeübten Druckes in Betracht kommen kann, nämlich die Bewegungen, Oscillationen verschiebbarer Theichen in der Umgebung der Nerven in der Haut: diese müssen, so scheint sich sicher herauszustellen, den Reiz für die Enden der Tastnerven an der Volarfläche, soweit es sich um Brührungsempfindung handelt, abgeben. Hier also haben wir jetzt zu untersuchen, ob ein durchgreifender qualitativer Unterschied stattfindet zwischen dem Druck von Flüssigkeiten und von festen Körpern. Einem hier vielleicht sogleich gemachten Einwande will ich zuvor begegnen. Man könnte bemerken, dass man die Berührung eines festen Körpers eine viel zu lange Zeit hindurch empfinde, als dass die beim Beginn der Berührung angeregten Oscillationen den die Empfindung unterhaltenden Reiz abgeben könnten. Man wird aber bei Aufmerksamkeit finden, dass während noch so ruhiger Berührung stets leise Bewegungen stattfinden, so dass entweder dieselben Hautpunkte mit wechselndem Druck berührt werden oder auch stets neue Punkte der Berührung ausgesetzt werden. Die zitternden Bewegungen rühren theils vom Pulse, theils auch von den Muskeln der Finger her. Bringt man es aber durch besondere Lagerung des Fingers und des berührenden Körpers dahin, die leisen Schwankungen möglichst auszuschliessen, so bemerkt man in der That ein ziemlich rasches Verschwinden der Berührung. Dies beweist natürlich Nichts, soll hier auch nur beiläufig angeführt werden, weil es im Einklang steht mit dem Ergebniss, zu welchem wir kommen werden. Auch will ich sogleich noch einen andern hierher gehörigen Versuch angeben: ist unter ebengenannten Umständen eine Berührungsempfindung möglichst verschwunden oder undeutlich geworden,

so tritt dieselbe in dem Augenblick wieder deutlicher auf, da man den berührenden Körper plötzlich entfernt. Die Vorrichtung muss natürlich so sein, dass beim Wegnehmen des Körpers nicht etwa zuvor stärkerer Druck ausgeübt wird, am besten indem der berührende Körper nach Art eines Hebels angebracht und bewegt wird; am unsichersten ist es, wenn man die Trennung durch Bewegung des Fingers vornimmt.

Wenn wir bisher das Verhalten der Nerven in der Haut ganz unberücksichtigt lassen konnten, so wird es nun nothwendig, die anatomischen Verhältnisse einer genaueren Würdigung zu unterziehen.

Dass die Tastkörper mit sensiblen Nerven in Verbindung und Beziehung stehen, leugnet Niemand, und es wird daher auch wohl Niemand Einsprache thun, wenn wir diese Organe jetzt berücksichtigen.

Die Tastkörper stecken in den Cutispapillen, und die Cutispapillen der Vola ragen hoch in die Epidermis hinauf. Den auf der Epidermisoberfläche sichtbaren Leisten entspricht eine Anordnung der Cutispapillen, so zwar, dass unter jeder Epidermisleiste ein Cutiskamm streicht, auf dessen breitem Rücken die Papillen stehen, in mehren Reihen unter einer Epidermisleiste. Unter den Epidermisthälern sind keine Cutispapillen und somit auch keine Tastkörper. Die tastkörpertragenden Papillen stehen ziemlich regelmässig zwischen den zahlreicheren nur eine Gefässschlinge beherbergenden Papillen vertheilt.

Die Tastkörper sind nach den Untersuchungen von R. Wagner und mir, die von Funke und, wie ich aus mündlicher Mittheilung weiss, von W. Krause bestätigt gefunden wurden, besondere in die Papillen eingebettete bläschenförmige Organe, welche sich als solche, wiewohl nur bei sehr günstigem Zufalle, isoliren lassen, wie ich mich überzeugt habe und wie W. Krause es bestätigt gefunden hat. Ueber den Inhalt der Bläschen, abgesehen von Nervenenden, habe ich mich früher nur zweifelhaft geäussert, und es ist auch sehr schwer, darüber genau etwas zu ermitteln; es ist mir aber bei fortgesetzten Untersuchungen sehr wahrscheinlich geworden, dass der Inhalt flüssig oder halbflüssig ist, wie denn auch Funke sich für diese Ansicht ausgesprochen hat. Der Inhalt ist nicht ganz homogen, sondern es lassen sich, wie schon früher angegeben wurde, kleine Kügelchen, zerstreut, darin erkennen. Dieser Inhalt der Tastkörperchen bildet jedenfalls die nächste Umgebung der Nervenenden, wie wohl auch Diejenigen zum Theil zugeben werden, welche über das Verhalten der betreffenden Nervenenden nicht die Ansicht theilen, welche

ich nach meinen Untersuchungen mit grosser Sicherheit gewonnen habe, worauf ich unten kommen werde. Das Verhalten des flüssigen Inhalts der bläschenförmigen Tastkörper muss also betrachtet werden unter den Umständen, unter welchen Druck eine Empfindung und unter denjenigen, bei welchen derselbe keine Empfindung veranlasst. — Wir erinnern noch daran, dass das Tastkörperchen allemal bis zur äussersten Spitze der Cutispapille hinaufragt, so gut wie frei liegt mit seinem Gipfel unter der Epidermis, und dass gleichfalls seitlich das Tastkörperchen nur durch eine dünne Lage der Substanz der Papillen von der Epidermis getrennt ist, mit anderen Worten, dass dasselbe den bei weitem grössten Theil der Breite und Dicke der Cutispapille einnimmt. Nur mit seinem unteren Umfange ist das Tastkörperchen von der Epidermis abgekehrt, die ganze seitliche und die nach oben gekehrte Oberfläche des Tastkörperchens wird mittelbar von der Epidermis, von dem weicheren sogenannten Rete Malpighi umfasst.

Betrachten wir zunächst, was geschehen wird, wenn Flüssigkeit, Quecksilber auf die Epidermisoberfläche drückt.

Der Druck pflanzt sich gleichmässig von allen Seiten durch die Epidermis bis auf die Cutispapille fort, und das Tastkörperchen erleidet von allen Seiten, soweit es von der Epidermis umfasst wird, den Druck des Quecksilbers. Wir können uns diesen Druck vorstellen als einzelne dicht neben einander erfolgende Stösse, welche in allen Richtungen, die zwischen den Pfeilen *a* und *b* (S. die Abbildung Taf. II *A*) von der Epidermisoberfläche auf die Oberfläche des Tastkörperchens gezogen werden können, erfolgen; nur der untere, der Cutis zugekehrte Umfang des Tastkörpers erleidet keine solchen Stösse. Ist nun das Tastkörperchen ein mit Flüssigkeit, mit beweglichen Theilchen gefülltes Bläschen, so kommt mit Bezug auf Bewegungen, Oscillationen dieser Theilchen von allen den Einzelstössen, aus denen wir den über der Papille lastenden Quecksilberdruck zusammengesetzt denken können, nur die in der Richtung des senkrecht zur Cutisoberfläche, senkrecht zur Basis der Papille gerichteten Pfeiles *c* liegende Resultirende zur Wirksamkeit, und eine Bewegung der Flüssigkeitstheilchen wird ausschliesslich nur in der Richtung dieses Pfeiles *c*, also senkrecht gegen die Basis der Papille eingeleitet werden, eine Bewegung der Flüssigkeitstheilchen aber in anderen Richtungen durch den in allen diesen wirkenden Quecksilberdruck ausgeschlossen sein: die Flüssigkeitstheilchen weichen aus in der Richtung des Stosses nach dem Ort des geringsten Widerstandes, beide liegen in der Richtung nach der Basis der Pa-

pille zu, wir sagen schlechtweg senkrecht auf die Cutisoberfläche.

Besteht in dem Entwickelten die mechanische Folge des Quecksilberstosses, und ergiebt der Versuch, dass diese Vorgänge in der Haut, in den Tastkörpern, keine Empfindung zur Folge haben, so folgt daraus, dass eine Bewegung, eine Oscillation der Flüssigkeitstheilchen in dem Tastkörper ausschliesslich in senkrechter Richtung (zur Hautoberfläche) keinen Eindruck auf die Nervenenden macht.

Wir kommen nun zu den Verhältnissen, welche stattfinden, wenn ein fester Körper auf die Epidermis drückt. Nach der Darlegung der dabei stattfindenden Umstände findet dann niemals ein Druck des berührenden Körpers von allen Seiten auf die Epidermisleisten gleichmässig statt, und somit werden niemals alle Punkte der Oberfläche des Tastkörperchens, soweit dasselbe von Epidermis umgeben ist, von dem Druck des festen Körpers getroffen; es ist niemals der untere Umfang des Tastkörperchens, der der Basis der Papille zugekehrte, allein der Ort des geringsten Widerstandes, sondern immer auch, vielleicht sogar in höherem Grade, Punkte des seitlichen Umfanges des Tastkörperchens, und der Druck des festen Körpers wird daher niemals ausschliesslich nur Oscillationen in senkrechter Richtung veranlassen, sondern immer werden die Theilchen ebenso leicht, wie bemerkt, vielleicht noch leichter auch seitlich ausweichen und somit werden stets auch Oscillationen stattfinden in Richtungen, welche die Längsaxe des Tastkörperchens, d. i. die senkrechte Richtung zur Cutisoberfläche, unter dem rechten Winkel sich nähernden Winkeln schneiden.

Sind dies die mechanischen Folgen des Druckes eines festen Körpers, so wissen wir nun, dass diese Vorgänge in dem Tastkörperchen, wenn nur der auf die Epidermis stattfindende Druck eine hinreichende Grösse hat, stets einen Eindruck auf die Nerven der Tastkörper macht.

Wir wollen nun zunächst bei diesem Resultat stehen bleiben und, ohne schon zu fragen, worin ein solcher merkwürdiger Unterschied in der Bedeutung der verschiedenen Oscillationsrichtungen begründet sein mag, zuvor die Richtigkeit des gewonnenen Resultats prüfen.

Ist unsere Ableitung richtig, so muss der Druck einer Flüssigkeitsschicht, die nur einen Theil der Oberfläche einer Epidermisleiste bedeckt, nur den einen Abhang der Leiste, eine Empfindung bewirken. Der Versuch bestätigt die Voraussetzung vollkommen. Kehren wir zu dem Versuch des Eintauchens der Hand in Quecksilber zurück. Allemal die Haut-

leisten, auf welche grade der Rand der beim Eintauchen entstehenden Quecksilberkuppe drückt, und in den darunter gelegenen Tastkörpern müssen Bewegungen stattfinden, wie wenn ein fester Körper berührt wird, hier also muss eine Empfindung, eine Berührungsempfindung entstehen. Der Versuch muss in folgender Weise angestellt werden: Das Quecksilbergefäss steht in einem grossen Gefäss mit Wasser, so dass das Wasser eine hohe Schicht über dem Quecksilber bildet. Quecksilber und Wasser müssen die gleiche Temperatur, ungefähr die Temperatur der Haut haben. Taucht man nun die Finger senkrecht abwärts gerichtet in das Quecksilber, so hat man die deutliche Empfindung eines den Finger umgebenden schmalen Ringes genau an der Stelle und ausschliesslich da, wo der Rand des Quecksilbers liegt. Diese Empfindung tritt am schönsten und deutlichsten auf, wenn man sanft, ohne Wellen zu erregen, die Finger im Quecksilber auf- und niederschiebt: es ist, als ob man einen feinen Ring sanft über dem Finger hin- und herschöbe. Dies ist die einzige Tastempfindung, welche beim Eintauchen der Finger in warmes Quecksilber entsteht; von alle den Hauttheilen, die ganz unter Quecksilber sind, entsteht gar keine Empfindung. Temperaturempfindungen, Störungen durch solche, sind ausgeschlossen, da der Finger aus dem Quecksilber in das gleichwarme Wasser gelangt, und beide sollten, wie bemerkt, die Temperatur der Haut haben.

Man kann den Versuch auch statt mit Quecksilber, mit Wasser allein anstellen, aber er gelingt aus mehren Gründen bei weitem nicht so gut; der Druck vom Rande des Wassers ist zu gering, man gelangt aus dem Wasser in die kältere Luft, so dass Temperaturempfindungen entstehen, was das, worauf es ankommt, sehr stört.

Nun erklärt sich auch sehr leicht, weshalb man die leise Berührung eines Quecksilberkügelchens sehr wohl empfindet, während der Druck der hohen Quecksilbersäule auf die eingetauchte Hand keine Empfindung hervorruft. Bei der Berührung des Kügelchens wirken alle peripherischen Theile des Berührungskreises einseitig auf Tastkörperchen, wie eine Kugel aus fester Substanz, und dass man in der Mitte keine Lücke der Empfindung spürt, dass die Empfindung nicht auch ringförmig ist, liegt nur an der Kleinheit der berührenden Oberfläche, an der Kleinheit dieses Ringes. Taucht man die Fingerspitze in Quecksilber, so ist die ringförmige Empfindung vorhanden. Nun ist es endlich auch nicht auffallend, dass man bei heftigem Einfahren mit den Fingern in Quecksilber einen Augenblick von der ganzen Fingerspitze die Empfindung

der Berührung einer Oberfläche hat, es ist als berührte man eine federnde Platte: die einzelnen Empfindungen von immer grösser werdenden Ringen, die sich ausserordentlich rasch folgen, summiren sich zu einer Empfindung der Berührung einer Fläche.

Von der dritten Art des Aggregatzustandes der Körper, dem gasförmigen haben wir noch gar nicht gesprochen. Gase können ebenso gut drücken, wie feste Körper, wie tropfbar flüssige Körper. Die Richtigkeit unserer obigen Ableitung können wir auch an dem Druck von Gasen prüfen.

Bläst ein breiter Luftstrom senkrecht auf die entgegengehaltene Vola, so hat man keine Berührungsempfindung, obwohl der Druck gar leicht das Gewicht eines berührten festen Körpers, der eine Empfindung veranlasst, übertrifft; Temperaturempfindung tritt natürlich leicht auf, theils wegen Temperaturdifferenz, theils in Folge rascherer Verdunstung. Auch ein feiner Luftstrom, z. B. der aus einem Löthrohr geblasene, genau senkrecht auf die Oberfläche des Fingers gerichtet, bedingt keine Druck- oder Berührungsempfindung. Giebt man dem feinen Luftstrom aber eine schräge Richtung, so dass er die Hautleisten nur auf der einen Seite trifft, so entsteht bei hinreichender Kraft eine deutliche Berührungsempfindung, ganz ähnlich der, die von einem feinen auf die Haut fallenden Wasserstrahl entsteht. Schlägt man mit der offenen Hand rasch und kräftig in der Luft hin und her, so aber, dass der Druck der Luft senkrecht auf die Epidermisoberfläche, senkrecht auf die Volarfläche gerichtet ist, so hat man, abgesehen von etwaiger Temperaturempfindung, keine eigenthümliche Empfindung, keine Druck- oder Berührungsempfindung. Wenn aber die Hand mit schwach gespreizten Fingern durch rasch wechselnde Pronation und Supination in der Luft herumgegreht wird, wobei die Finger in rasch wechselnder Richtung auf die Luftschichten schlagen, so dass der Druck nicht senkrecht auf die Haut stattfindet, sondern immer in schräger Richtung gegen die Hautleisten trifft, so entsteht alsbald eine eigenthümliche Tastempfindung, die keinesweges eine Temperaturempfindung ist, sondern die Jedem wohl den Eindruck machen wird, als wühle die Hand in der feinsten Wolle, in dem zartesten Flaum, der beiläufig kühler als die Haut wäre. Ich kenne diese Empfindung schon lange und vermuthete früher, es sei vielleicht eine subjectiv veranlasste Tastempfindung, eine Tast-Hallucination, weil ich den Versuch zufällig immer nur mit in die Höhe gehaltener Hand anstellte, wobei rasche Pronation und Supination am leichtesten gelingt; in-

dessen der Versuch gelingt in jeder Richtung, die man dem Arme giebt, wenn man die Hand nur mit hinreichender Kraft und Schnelligkeit schwingen lässt. Die Empfindung der „Wolle“ ist am deutlichsten an den Fingerspitzen, wo sie auch zuerst eintritt. Dieselbe Weichheit, so zu sagen, der Empfindung, wie bei diesem Versuch, bemerkt man auch bei der durch den schräg gegen die Hautleisten gerichteten feinen Luftstrom verursachten Empfindung, diese ist gewissermaassen ein Stückchen von jener.

Wir finden, so scheint es, in allen diesen Versuchen vollständige Uebereinstimmung mit dem aus dem Grundversuch mit dem Quecksilber abgeleiteten Ergebniss. Weitere Bestätigungen werden wir unten noch finden. Es kommt nun also darauf an, auszumitteln, weshalb eine oscillirende Bewegung der Flüssigkeitstheilchen im Tastkörperchen ausschliesslich in der Richtung der Längsaxe desselben keine Empfindung hervorruft, Bewegungen in anderen Richtungen, die die Längsaxe schneiden, eine Empfindung zur Folge haben.

Da kommt nun derjenige Punkt der anatomischen Verhältnisse in Betracht, über welchen die abweichendsten Ansichten herrschen, nämlich das Verhalten der Enden der Tastkörper-Nerven. Wenn ich in dieser Beziehung mit grosser Entschiedenheit an dem festhalte, was ich früher darüber ausgesprochen habe, so geschieht dieses, nachdem ich mich durch mehrfach wiederholte Untersuchungen, mit Rücksicht auf die abweichenden Ansichten, immer von Neuem von der Richtigkeit meiner früheren Beobachtungen glaube überzeugt zu haben. Die Nervenfasern dringen als doppelt contourirte Fasern in die Tastkörperchen ein, und nach längerem oder kürzerem, oft gewundenem Verlauf, theilen sie sich innerhalb des Bläschens in eine Anzahl blasser, nicht mehr doppelt contourirter Endäste, welche etwa wie die schwach gespreizten Finger oder in Gestalt eines Büschels, wie ich es früher abgebildet habe, aus der Theilungstelle hervorgehen. Diese Endäste sind, eingebettet in die Inhaltsmasse des Bläschens, alle in im Allgemeinen querer Richtung gelegen: es ist sehr bemerkenswerth, dass diese Endäste der Nerven niemals grade auf in die Höhe gegen die Epidermisoberfläche, niemals parallel der Längsaxe des Tastkörperchens gerichtet sind, sondern stets, ohne Ausnahme, entweder gradezu quer (rechtwinklig zur Längsaxe des Tastkörperchens) oder mehr oder weniger schräg (die Längsaxe unter einem dem rechten sich nähernden Winkel schneidend) gelegen sind, ein Verhalten, dem die Tastkörperchen das auf den ersten Blick auffallende „quergestreifte“ Ansehen verdan-

ken. Man hat grosses Gewicht darauf gelegt, dass quergelegene Kerne auf oder an dem Tastkörperchen vorkommen; ich habe auf die Existenz derselben früher nicht geachtet, habe sie aber auch nicht gradezu bestritten und will sie auch jetzt nicht bestreiten. Solche Kerne mögen vorhanden sein, sie mögen vielleicht hie und da mit beitragen zu dem querstreifigen Ansehen der Organe, aber dass letzteres wesentlich von den quer oder schräg gelegenen blassen Enden der Nerven bedingt ist, behaupte ich jetzt ebenso entschieden, wie früher. Bei dieser Gelegenheit kann ich es nicht unterlassen, hervorzuheben, dass ich als ein sehr wichtiges Argument für die Deutung meiner anderen Beobachtungen gewisse pathologisch-anatomische Veränderungen der Tastkörper in den Vordergrund gestellt habe, welche alle Diejenigen, welche meine übrigen Beobachtungen für unrichtig halten, fast gänzlich ignorirt haben.

Ich habe mich früher nur zweifelhaft darüber ausgesprochen, ob die zu beobachtenden kurzen quer gelegenen Endäste die wirklichen Enden der Tastkörper-Nerven seien. Man kann sie als Fasern in der That nicht weiter verfolgen, als etwa auf eine Länge, die kaum der Breite des Tastkörperchens gleichkommt. Nun möchte man es jetzt vielleicht für möglich halten, dass die übrige Inhaltsmasse des Tastkörperchens als nervös betrachtet werde, als eine Ausbreitung der Substanz des Axencylinders. Für diese Ansicht liegen aber durchaus keine besondern Gründe vor, und hier ist nur von Belang, dass die Endäste der Nerven als Fasern nach kurzem queren Verlauf aufhören.

Wenn ohne Zweifel schon früher die eigenthümlichen, so ausnahmslos eingehaltenen Lagerungsverhältnisse der Nervenenden in den Tastkörpern bemerkenswerth und auffallend erscheinen mussten, so sind es nun diese Lagerungsverhältnisse, welche, so scheint es, einzig und allein als bedeutungsvoll in Betracht gezogen werden können, um zu erklären, weshalb eine Oscillation im Tastkörperchen in der Richtung allein von dessen Längsaxe keine Empfindung veranlasst, kein Reiz für die Nervenenden ist, während Oscillationen in anderen Richtungen eine Empfindung veranlassen. Die Oscillation in der Richtung der Längsaxe des Tastkörpers trifft die Längsaxe der Nervenenden sämmtlich unter Winkeln, welche dem rechten Winkel sehr nahe kommen. Oscillationen dagegen in zur Längsaxe nahezu rechtwinkligen Richtungen treffen stets in der Richtung der Längsaxe von Nervenenden auf solche auf. Dieser Unterschied ist vorhanden, wenn die Beobachtungen richtig

sind, und es ist wohl kein anderer qualitativer Unterschied in dem vorliegenden Interesse aufzufinden, und wenn wir es daher wagen, an diesen Unterschied die physiologische Bedeutung zu knüpfen, so darf daran erinnert werden, dass es im Allgemeinen durchaus nicht fern liegt, unter Umständen die Lagerung der Nervenenden mit Bezug auf die Richtung eines Reizes in Betracht zu ziehen, dass z. B. bei der Retina die Gesetzmässigkeit der Stellung der Stäbe und Zapfen bekannt und bedeutungsvoll ist, so dass ein neuer derartiger Fall, auf den wir geführt werden, nicht etwa von vorn herein Etwas gegen sich hat, vielmehr eher das Gegentheil stattfindet.

Werfen wir einen Blick zurück auf die bisherige Untersuchung, so ergab sich zunächst die Qualität des äussern Reizes (in seiner letzten wirksamen Form) der Druck-Berührungsempfindung, an der Volarseite der Hand und Finger veranlasst, und zwar dessen Qualität im Allgemeinen und im Besonderen, was die Richtung der Oscillationen betrifft; ferner ergab sich der Grund für das wichtige Factum, dass der Druck fester Körper uns ein Berührungsgefühl verschafft, der directe Druck von Flüssigkeiten aber und von Gasen auf die Tastflächen nur unter ganz bestimmten Umständen eine solche Empfindung veranlasst. Ich könnte hier leicht eine naheliegende teleologische Betrachtung zu Gunsten einer früher von mir ausgesprochenen Ansicht verwerthen, doch will ich darauf noch nicht eingehen.

Von anatomischen Verhältnissen sind im bisherigen Verlauf der Untersuchug namentlich drei von besonderer physiologischer Bedeutung geworden, nämlich die gereifte Beschaffenheit der Epidermisoberfläche, die Lage der Tastkörperchen in den in die Epidermis hineinragenden Cutispapillen und die eigenthümlichen Lagerungsverhältnisse der Enden der Nerven in den Tastkörperchen. Man kann überlegen, wie die Verhältnisse sich gestalten würden bei Fehlen der einen oder anderen dieser anatomischen Einrichtungen.

Wenn bei übrigens unveränderten Verhältnissen die gereifte Beschaffenheit der Epidermisoberfläche nicht vorhanden wäre, so würde der Druck eines festen Körpers, der mit glatter Oberfläche einen Theil der Epidermis vollständig bedeckt, denselben Erfolg haben müssen, den der Druck von Quecksilber, von Flüssigkeiten unter denselben Verhältnissen sowohl, wie auch unter den wirklich vorhandenen Verhältnissen hat: der Druck des glatten Körpers würde bis auf seinen Rand keine Druck-, keine Berührungsempfindung hervorrufen; nur der Rand des Körpers, welcher einseitig durch die Epidermis hin-

durch auf Tastkörperchen drücken würde, würde empfunden werden, so wie wir in der That den Rand von Flüssigkeiten empfinden. Eine glatte Oberfläche würde also den Eindruck eines Durchschnitts eines hohlen Körpers, eines Hohlcylinders, eines Hohlprismas u. s. w. machen. Eine rauhe Oberfläche würde vermöge der Rauhigkeiten unter den gedachten Verhältnissen auch als solche einen Eindruck machen.

Nehmen wir zweitens an, es fehlten die Cutispapillen, es sei die Cutisoberfläche ganz eben, und die Tastkörperchen lägen dicht unter der Oberfläche, so dass ihr oberer Umfang allein so gut wie unmittelbar mit der Epidermis in Berührung wäre, der seitliche Umfang der Organe dagegen nicht von Epidermis umfasst würde. In diesem Falle, wo das Tastkörperchen fast vollständig, bis auf seinen oberen Gipfel, von einem Medium umgeben sein würde, welches viel weicher, nachgiebiger ist, als die Epidermis, würde bei der wirklich vorhandenen Beschaffenheit der Epidermisoberfläche der Druck von Flüssigkeiten qualitativ nicht anders wirken, als feste Körper; Oscillationen in den Tastkörperchen würden nicht ausschliesslich nur in der Richtung ihrer Längsaxe zu Stande kommen, sondern auch in anderen Richtungen, doch würde der feste Körper in dieser Beziehung noch bevorzugt sein, um so mehr, je höher die Leisten, je tiefer die zwischenliegenden Thäler auf der Epidermisoberfläche wären, und es wäre denkbar, dass wenn die Tastkörperchen kurz wären und die Epidermis-Reifen sehr hoch, der Druck von Flüssigkeiten auch jetzt auf den Erfolg beschränkt sein könnte, den derselbe bei den wirklich vorhandenen Verhältnissen hat, nämlich auf Erregung von Oscillationen allein in der Richtung der Längsaxe der Tastkörperchen.

Was endlich stattfinden würde, wenn die Nervenenden im Tastkörperchen gradeauf gegen die Epidermisoberfläche gerichtet wären, geht schon aus dem hervor, was oben über die Bedeutung des gegentheiligen Verhaltens abgeleitet wurde: die übrigen hier in Betracht gezogenen Einrichtungen hätten ihre Bedeutung nicht, wenn jenes Verhalten im Innern der Tastkörperchen nicht vorhanden wäre, und anderseits hätte auch dieses Verhalten keine Bedeutung, wenn unter sonst unveränderten Verhältnissen die Cutispapillen fehlten.

Es liegt nun sehr nahe, noch an die Ausführung einer Art von Versuchen zu denken, deren Resultat mit den bisherigen übereinstimmen muss. Künstlich lassen sich jedenfalls Oberflächen fester Körper so herstellen, dass sie, ein genauer Abdruck der Epidermisoberfläche, ebenso wie Flüssigkeiten mit

jedem Punkte einer berührten Fläche in gleich inniger Berührung sind. Verliefen die Leisten der Epidermis gradlinig alle unter einander parallel auf grössere Strecken, so würde sich leichter ein solcher Abdruck zu Versuchen benutzen lassen, ja vielleicht eine solche Oberfläche eines festen Körpers zufällig ein Mal vorkommen. Aber so wie die Verhältnisse sind, ist es nicht so leicht, wie es scheinen mag, diese Art von Versuchen anzustellen. Der Zweck derselben ist aus dem Bisherigen klar: ein fester Körper, der genau mit allen Punkten der bedeckten Epidermisoberfläche in Berührung ist, darf keine Empfindung, keine Druckempfindung veranlassen, abgesehen etwa von seinem Rande.

Ich habe mehre verschiedene Substanzen benutzt, um Abgüsse eines Fingers zu machen oder auch nur von einer beschränkten Fläche desselben; nur wenige haben sich brauchbar erwiesen. Gyps ist stets zu körnig, zu rauh und der Abguss gelingt nicht leicht ohne Lücken, die störend sind. Wachs ist nicht zu gebrauchen, weil die Haut zu grosser Hitze ausgesetzt werden muss, auch bekommt Wachs zu leicht bei den fast unvermeidlichen kleinen Bewegungen während des Erstarrens Sprünge. Gutta-Percha nimmt den Abdruck nicht fein genug an und ändert die Form beim Festwerden. Silberamalgam war nicht fest genug und ausserdem zu körnig. Endlich gelang es mir einigermaassen mit Wallrath und noch besser, als mit diesem, welches krystallinisch erstarrt, mit Paraffin, welches eine sehr schöne glatte Masse giebt, flüssig ist bei einer Temperatur, die die Haut des Fingers sehr leicht erträgt und einen feinen und genauen Abdruck annimmt. Am besten wird der Versuch folgendermaassen angestellt. Man giesst das flüssige Paraffin in ein schmales Champagnerglas, welches innen mit Seifenwasser befeuchtet ist und dessen Spitze man auch mit Wasser ausfüllen kann, damit die Form nicht zu lang wird. Der Finger wird in die noch flüssige Masse eingetaucht, die alsbald in der Umgebung des Fingers so weit erstarrt, dass Bewegungen des Fingers leicht zu vermeiden sind. Nach der Erstarrung zieht sich die Form leicht aus dem Glase und man kann jene jetzt noch mit einem heissen Messer beliebig zuschneiden. Man hüte sich aber vor Bewegungen und Zerrungen, bevor die Masse auch innen vollkommen erstarrt ist. Gelang der Abguss gut, so fühlt man nun eine Berührung desselben, mag die Schicht dünn oder dick sein, in der Haut gar nicht, man spürt eine drückende Berührung nur in dem freien Gelenk, welches gestrekt wird. Bei geschlossenen Augen ist es unmöglich anzugeben, ob der

Druck am Ende des Fingers oder an der Basis stattfindet. Die Haut des Fingers empfindet gar Nichts. Wenn aber das Paraffin im Innern, namentlich in der Tiefe um die Fingerspitze noch nicht ganz erstarrt ist, dann fühlt man den Druck bei der Berührung und nie wird der Abguss in dem Raum unter dem Nagel so vollkommen, dass bei Druck in der Richtung der Längsaxe des Fingers nicht noch eine leise Verschiebung und in Folge dessen eine Empfindung eintritt. Liegt der Rand der Paraffinform nicht fest um den Finger, so tritt hier natürlich leicht bei jeder Berührung der Form eine Empfindung auf. Schlagend und überzeugend aber habe ich auf diese Weise den Versuch mehre Male für die ganze Volarfläche der beiden vorderen Fingerglieder erhalten.

Sehr gut gelingt es, den Finger aus der ganz erstarrten Form herauszuziehen. Bringt man ihn dann, geleitet durch Marken, genau wieder in die ursprüngliche Lage, so gelingt es, wie ich mich mehre Male überzeugt habe, den Versuch mit dem gleichen Erfolg zu wiederholen, man empfindet den Druck durchaus nicht in der Haut, und sehr überraschend ist es, wenn man eine leise Verschiebung der Form vornimmt, nun eine deutliche Empfindung, genau localisirt, bei der Berührung der Form wahrzunehmen, ein Versuch, der eben so wichtig ist, wie der erste. Man wird fragen, ob man die Form an sich, ohne dass man diese noch berührt, empfindet. So lange die Form noch nicht abgenommen wurde, fühlt man dieselbe nach vollständigem Erkalten (bis auf die Temperatur der Haut) in der That nur als Schwere, als Belastung der Gelenke; wird die Form, nach der Wegnahme, wieder auf den Finger geschoben, so ist, sobald dieselbe in die richtige Lage gekommen ist, fast momentan die Berührungsempfindung verschwunden, während sie lange Zeit andauert, wenn nur die geringste Verschiebung aus der ursprünglichen Lage stattfindet. Es versteht sich, dass die Form nicht kälter sein darf, als der Finger und dass beim Wiederauflegen der Form der Finger nicht in Folge von Temperatureinflüssen ein anderes Volumen haben darf.

Diese Versuche gelingen auch mit Abgüssen von kleinen Flächenstücken des Fingers, einem Ueberzug der Volarfläche des letzten Gliedes z. B., den man durch mehrmaliges Eintauchen in Paraffin erhält. Auch solche Formen lassen sich mittelst genauer Marken ebenso wieder auflegen, wie sie ursprünglich entstanden, und da ist denn auch das momentane Verschwinden der Druck- oder Berührungsempfindung, soball die Form in der richtigen Lage liegt, sehr deutlich, obwohd

sie längst schwer genug ist, um bei jeder anderen Lage über der Fingerspitze eine lange Zeit empfunden zu werden. Ich muss aber zu allen diesen Versuchen bemerken, dass sie einige Uebung erfordern und nicht sofort auf den ersten Wurf vollständig gelingen. Mein College von Babo hatte die Güte, einen Theil dieser, so wie auch der oben berichteten Versuche, mit mir anzustellen, und er fand meine Wahrnehmungen bestätigt.

Alle meine bisherigen Angaben haben, wie zu Anfang bemerkt wurde, speciell nur Bezug gehabt auf die Haut der Volarfläche der Finger und der Hand, so weit die Haut die mit blossem Auge deutlich sichtbaren Reifen hat. Mit der Planta pedis habe ich die Quecksilberversuche ebenfalls angestellt, und sie ergaben dasselbe Resultat; aber mit dem Fusse ist viel ungeschickter zu experimentiren, als mit der Hand, namentlich wegen seiner Form, wegen beschränkter Beweglichkeit und wegen der Unfähigkeit, den Fuss so sanft zu bewegen, wie die Hand.

Wir wollen nun untersuchen, wie sich die übrigen Theile der Oberfläche der Hand und der Finger verhalten, namentlich also die Rückenfläche.

Wir kehren zunächst zu dem Versuche zurück, die Hand mit senkrecht abwärts gekehrten Fingern in erwärmtes Quecksilber zu tauchen, über welchem Wasser von derselben Temperatur. Eben so wenig wie von der Volarfläche der Finger entsteht von der Dorsalfläche die Empfindung des Drucks, der Berührung, soweit dieselbe ganz unter Quecksilber sich befindet. Aber jene Empfindung der Gränze des Quecksilbers, jene Empfindung eines den Finger umgebenden Ringes erstreckt sich deutlich um den ganzen Umfang des Fingers, am deutlichsten bei sanfter Bewegung auf und nieder. Bemerkt man doch, dass diese ringförmige Empfindung auf der Dorsalfläche der Finger schwächer wird, undeutlicher, je näher sie dem Rücken der Hand kommt. Taucht man tiefer ein, so dass der Rand des Quecksilbers über die Rückenfläche der Hand läuft, so nimmt die Deutlichkeit jener Empfindung noch mehr ab und verschwindet allmälig gänzlich etwas über die Mitte des Handrückens hinaus dem Arme zu und über der Handwurzel, über dem unteren Ende des Arms ensteht die Empfindung der Gränze des Quecksilbers nicht mehr, wenn man sanft auf und nieder bewegt, ohne Wellen zu erregen; bei diesen Versuchen müssen aber besonders sorgfältig Temperaturempfindungen ausgeschlossen werden und es ist zweckmässig, wenn man sich bei geschlossenen Augen den Arm von

einem Anderen führen lässt und dann versucht die Gränze des Quecksilbers auf dem Rücken der Hand anzugeben. Auch auf der Volarfläche der Hand wird die Empfindung des Randes des Quecksilbers nach der Handwurzel zu undeutlicher, jedoch nicht in gleichem Schritt mit der Abnahme auf dem Rücken der Hand.

Hält man die Hand senkrecht abwärts im Quecksilber, so dass dieses den Rücken der Hand bedeckt, so hat man auch auf diesem keine Druckempfindung. Ich bemerke aber hier sogleich, dass es ein anderer Versuch ist, die Hand horizontal, mit dem Rücken gegen die Quecksilberoberfläche gewendet auf dieselbe zu legen und allmälig unterzutauchen. Bei diesem Versuch hat man deutlich die Empfindung eines Druckes, so als ob man den Hand- und Fingerrücken auf eine nachgiebige Fläche legte. Ich gehe auf diesen Versuch hier noch nicht ein und wollte ihn nur erwähnen, um zu vermeiden, dass mir aus demselben ein Einwand gegen die anderen Versuche gemacht werde, welche alle genau so angestellt werden sollen, wie ich es angegeben habe. —

Es zeigt sich also, dass der Versuch mit der senkrecht abwärts in's Quecksilber getauchten Hand für den Rücken der Finger und einen Theil des Handrückens dasselbe Verhalten dieser Hautflächen ergiebt, welches die Volarflächen zeigen. Wenn nun die oben abgeleitete Erklärung der Versuchsergebnisse für die Vola richtig ist, so müssen wir erwarten, dass soweit die Rückenfläche jenes physiologische Verhalten zeigt, auch die anatomischen Verhältnisse in allen wesentlichen Punkten mit denen der Vola übereinstimmen. Da kommen zunächst die Reifen der Epidermis auf der Volarseite in Betracht.

Die Reifen setzen sich als solche deutlich auf die Seitenflächen der Finger fort, greifen von der Volarseite herum, und zwar am weitesten am letzten Fingergliede, weniger weit am zweiten und noch weniger weit am ersten Gliede, so dass eine schräg von der Basis nach der Spitze des Fingers seitlich verlaufende Linie, die die Längsaxe des Fingers unter einem spitzen Winkel schneidet, die Gränze bezeichnet, wo die deutlichen und ununterbrochen mit denen der Vola zusammenhängenden Reifen aufhören. Dies erkennt man leicht mit blossem Auge. Betrachtet man aber die Rückenfläche der Finger mit der Lupe, so erkennt man, dass auch auf dieser sich eine der gereiften analoge Oberflächenbeschaffenheit der Epidermis findet. Am deutlichsten zeigt sich dies Verhalten auf dem Rücken des letzten Fingergliedes, hinter dem Nagelfalz; dort erkennt man sofort dieselben Reifen, wie sie in

der Vola sich finden, nur dass dieselben zarter und kürzer sind, in Gestalt langgestreckter Hügel. Diese langgestreckten Hügel werden schon auf dem letzten Fingergelenke zu kleinen rundlichen Hügeln, die sehr dicht und ohne bestimmte Ordnung stehen, so dass die Epidermisoberfläche das Ansehen bekommt, was man chagrinirt zu nennen pflegt.

Mit blossem Auge ist davon an den meisten Händen Nichts zu sehen, aber Jeder wird dieses Verhalten sofort mit der Lupe erkennen, namentlich wenn man das Licht etwas schräg auffallen lässt, und ich habe namentlich eine Leichenhand (von einem Manne) angetroffen, auf welcher die chagrinartige Beschaffenheit mit blossem Auge deutlich zu sehen war. Diese Hügelchen sind, wie sogleich ausgeführt werden soll, das Analogon der Reifen auf der Vola, und ich rede durchaus nicht von den Jedermann bekannten, mit blossem Auge sichtbaren Falten und feinen sich kreuzenden Rinnen, die sich auf der Epidermis des Rückens der Finger und der Hand finden: diese Fältchen sind, was der Name andeutet, in der That nur Faltenbildungen, welche sich ausgleichen lassen und weder Structurverhältnisse der Epidermis repräsentiren, noch Structurverhältnisse der darunter liegenden Cutis andeuten. Jene kleinen Hügelchen aber sind, wie die Reifen auf der Vola, ein eigenthümliches Structurverhältniss der Epidermis und ihnen entspricht ein Structurverhältniss der Cutis. Die von diesen Hügelchen herrührende chagrinartige Beschaffenheit der Epidermisoberfläche findet sich auf dem Rücken aller drei Fingerglieder überall, auch über den Gelenken, setzt sich über das Metacarpusgelenk der Finger noch eine Strecke auf den Handrücken fort, wird aber immer weniger deutlich, immer zarter angedeutet, um endlich ganz zu verschwinden und über die Mitte des Handrückens hinaus sind die kleinen dreieckigen Felder, in die die Epidermisoberfläche durch die genannten Fältchen zerfällt, meistens nicht mehr chagrinirt, ganz glatt, wenn man von der durch Abschuppung der Epidermis bedingten Rauhigkeit abstrahirt. Doch kommen hier Verschiedenheiten vor; ich fand Hände, auf denen die chagrinartige Beschaffenheit sich bis auf das Handgelenk erstreckte.

Ich weiss nicht, ob diese der gereiften Beschaffenheit der Volarfläche entsprechende chagrinirte Beschaffenheit der Rückenfläche der Finger und eines Theiles des Handrückens schon früher beschrieben wurde; in der mir zugänglichen Literatur geschieht keine Erwähnung davon. Der Einzige, welcher den Reifen der Epidermis eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt hat, ist Purkinje; seine Schrift: De examine physiologico

org. visus et systematis cutanei ist ziemlich selten; ich habe dieselbe früher ein Mal in Händen gehabt, bin aber jetzt nicht im Stande, in derselben nachzusehen, ob nicht vielleicht Purkinje jene Verhältnisse schon beschrieben hat.

Die Hügelchen auf dem Rücken der Finger entsprechen nun den Leisten der Vola nicht nur als Structurverhältniss der Epidermis, sondern auch in so fern ihnen eine Anordnung der Cutispapillen entspricht, welche in kleinen Gruppen unter den Epidermishügelchen stehen, während unter den Thälern zwischen den Hügeln, wie unter den Thälern zwischen den Leisten keine Papillen stehen.

Was nun das zweite Moment in der Aehnlichkeit zwischen Volarfläche und Dorsalfläche der Finger und Hand betrifft, so weit sie uns hier interessirt, nämlich die in den Papillen gelegenen Tastkörper, so habe ich schon früher angegeben, dass diese Organe nicht auf die Volarseite beschränkt sind, sondern auch bis auf den Rücken der Finger sich finden. Spätere Untersuchungen über die Verbreitung der Tastkörper haben mir ergeben, dass in der That auf dem Rücken aller drei Fingerglieder diese Organe vorhanden sind, jedoch viel weniger zahlreich, als auf der Volarseite, und von der Spitze des Fingers an nach der Hand zu an Zahl abnehmend, wie eine solche Abnahme, bei freilich grösserer absoluter Menge, auch auf der Volarseite stattfindet. Auch auf dem Handrücken habe ich Tastkörper gefunden, noch seltener, als auf dem ersten Fingergliede, und hier gehört schon ein sehr günstiger Zufall dazu, eines der Organe anzutreffen. Ich halte mich zu der Vermuthung berechtigt, dass Tastkörper soweit auf dem Handrücken vorkommen, wie die chagrinirte Beschaffenheit der Epidermis geht, doch kann ich darüber noch keine ganz bestimmte Angabe machen. Ich behalte mir vor, über diesen Punkt so wie über die Mengenverhältnisse der Tastkörper auf dem Rücken der Finger und Hand noch genauere Untersuchungen mitzutheilen.

Aus dem Mitgetheilten erhellt also, dass soweit jene Aehnlichkeit im physiologischen Verhalten reicht zwischen Volar- und Dorsalfläche der Hand, die Aehnlichkeit nämlich bei dem obigen Hauptversuch mit dem Quecksilber, soweit auch Aehnlichkeit stattfindet in den bei diesem physiologischen Verhalten in Betracht kommenden anatomischen Verhältnissen; und somit also erwächst keineswegs etwa ein Einwand gegen die abgeleitete Erklärung von dem Zustandekommen der Berührungsempfindung an der Volarseite aus der Aehnlichkeit der Dorsalseite, weil hier in der That sich dieselben Verhältnisse finden,

auf welche jene Erklärung basirt ist; wir dürfen im Gegentheil dieses Ergebniss als eine fernere Stütze für die Richtigkeit unserer Schlussfolge geltend machen.

Ich muss nun noch ganz besonders hervorheben, dass die Untersuchung des Verhaltens der Dorsalflächen von Fingern und Hand keineswegs abgethan sein soll mit dem, was ich bisher vorgebracht habe; es war das nur die eine Seite der Sache, und ich werde auf diese Hauttheile zurückkommen; und mit dieser Bemerkung möchte ich namentlich etwaigen Einwendungen begegnen, welche sich auf andere Versuche, als die von mir mitgetheilten, stützen. Ich vermeide es absichtlich, hier schon weiter zu gehen in der Betrachtung des Handrückens, weil dazu die Untersuchung der übrigen Haut nothwendig ist; ich wollte mich auf die mit Tastkörpern versehenen Hautregionen in dieser ersten Abtheilung meiner Untersuchungen beschränken und ebenso auch auf das, was wohl mit Sicherheit als zur Leistung eben dieser Organe gehörig angesehen werden kann.

(Fortsetzung folgt später.)

Ueber die Function des pankreatischen Saftes.

Von

L. Corvisart.

M. M. Keferstein et Hallwachs ont lu le 6. août 1858, devant la société Royale des sciences de Gottingue, un mémoire, qui fut inséré dans les bulletins de la société le 29. août.

Ce mémoire se termine par cette conclusion finale:

> nous contredisons absolument les vues de M. Corvisart, le suc pancréatique ne dissout nullement l'albumine coagulée.

Nous ignorons pourquoi M. M. Keferstein et Hallwachs n'ont point étendu leur dénegation à tous les aliments azotés et l'ont restreinte à l'albumine coagulée; car notre mémoire entitulé: sur une fonction peu connue du pancréas, la digestion des aliments azotés (broch. in 8. 1857—58. S. Masson libraire. Paris) porte que le suc pancréatique dans le duodenum, ou l'infusion de la glande pancréatique seule, tout à fait indépendamment de la bile comme des sucs intestinaux etc., digère la fibrine, la caséine, la gélatine, la musculine aussi bien que l'albumine coagulée; la dénegation de ces M. M. s'etant bornée à l'albumine coagulée, je dois me restreindre à ce point.

Toutefois M. M. Keferstein et Hallwach's ayant fait leurs experiences 1. avec le liquide recueilli d'un animal, qui portait depuis 8 jours une fistule pancréatique; 2. avec des infusions de pancréas sans qu'ils se soient astreints à prendre la glande à une époque précise et favorable de la digestion; je dois faire les remarques suivantes. 1. On sait qu'il suffit de porter une goutte d'eau acidulée à l'orifice du canal de la glande pour que, aussitôt, il sécoule du liquide pancréatique par le fait de l'irritation produite. Or en présence de cette sensibilité extrème comment récuser l'énorme trouble, que jette dans la sécrétion pancréatique l'irritation violente et sans trève qui résulte de la présence d'un tube séjournant

8 jours durant dans le canal excréteur! comment, avec un tel fait présent à l'esprit, ne pas cesser de prendre au grand détriment de la science pour criterium de l'état physiologique les sucs mille fois variables obtenus par ce procédé! Qu'importe que le suc ainsi obtenu soit abondant, ou alcalin et émulsionnant, s'il est trop aqueuse et sans ferment capable de digèrer les corps albuminoides.

2. M. Schiff m'écrit que M. le Prof. Meissner a émit au congrès scientifique de Carlsruhe cette vue que la digestion des matières albuminoides par le suc pancréatique ne réussit que sous la condition que ce suc est pris d'animaux en pleine digestion, mais qu'il n'a jamais eu de dissolution digestive si l'animal était à jeun ou même au commencement de la période digestive.

Si Montègre a pu nier l'action et l'acidité du suc gastrique parce qu'il éxaminait ce suc recueilli à jeun, ne va-t-il pas de soi que l'on puisse par la même méprise arriver à nier l'action du Pancréas, parce qu'on aurait pris malheureusement des glandes à l'état de jeune, ou même avant la période d'activité de la seconde digestion (4 à 6 heure)?

Les infusions faîtes par M. M. Keferstein et Hallwachs qui leur ont si mal réussi ont-elles été faîtes avec des Pancréas pris aux animaux à une époque rationellement déterminée de la digestion?

J'ai connu le mémoire de M. M. Keferstein et Hallwachs par l'obligeance de M. le Prof. Donders (d'Utrecht) au mois de janvier dernier; durant quelques semaines jétais embarassé de répondre, car mes expériences, qui sont nombreuses, n'ayant reçu leurs conclusions de ma part qu'après même verification, à qui disait non je n'avais guère qu'e répéter oui.

Je me détermine toutefois a prier la société des sciences de Gottingue de me permettre de prendre cette occasion pour lui offrir l'hommage du mémoire incriminé et de la prier de me faire l'honneur d'accepter comme ma réponse le récit de la seule expérience suivante.

Un chien griffon, d'un poids d'environ 12 Kil., jeune, à jeun depuis 15 heures, n'ayant pas bû, reçut dans le duodenum 34 grm. d'albumine d'oeufs durcis par une ébullition prolongée $^1/_4$ d'heure dans l'eau, puis séparée des coquilles et des jaunes et pilée grossièrement dans un linge. Le commencement et la fin du duodenum furent liés. (20 grms de la même albumine furent mis dans l'estomac, pour avoir une digestion simultanée; toute sortie de l'estomac étant empêchée par la

ligature du commencement du duodenum et une autre établie à la région cervicale de l'oesophage.)

Dans cette opération le pancréas ne fut ni touché ni même aperçu; on se servit des tubes pour introduire d'un coup l'aliment dans l'intestin, puis dans l'estomac et les précautions opératoires indiquées page 9 de mon mémoire, et qui toutes me semblent necessaires au succès de l'opération, furent scrupuleusement suivies. 15 heures après l'animal fut tué par strangulation.

Le duodenum était gonflé, rouge, injecté, sorti du ventre et vidé il présenta 150 grms. d'un liquide neutre ou bien faiblement voisin de l'alcalinité, sans aucune odeur de putréfaction, visqueuse; l'intestin ne renfermait plus aucune trace des 34 grms. d'albumine coagulée mis primitivement, sauf 5 à 6 fragmens mous et tenus d'albumine encore reconnaissable, mais ne s'élevant pas à 4 grammes:

A. D'ou il suit que le liquide mixte du duodenum digère l'albumine.

L'estomac renfermait 250 grms. de liquide acide, des quels l'albumine solide avait également disparue par dissolution digestive.

La glande pancréatique du même chien — (prise par le fait en pleine période digestive gastrique et duodenale) — fut visitée, elle était d'un blanc rosé, sans trace de déchirure ni d'ecchymose, elle fut enlevée découpée finement, mise dans 200 grms. d'eau et maintenue 24 h. dans un bocal fermé, a une température qui varia entre 7 et 12 degrés th. cent.; je filtrai alors et je recueillis 180 grms. d'un liquide rougeatre visqueux qui ne révelait à une papier de tournesol soit rouge soit bleu et très sensible, ni une acidité ni une alcalinité prononcée. Cette infusion d'un pancréas, fut enoyée sur de l'albumine d'oeuf cuit comme précédemment, et pilé après 4 heures de séjour à l'etuve maintenue à 40 ou 42 th. c. La quantité d'albumine solide disparue s'éléva à 45 grammes de l'albumine primitivement employée:

B. D'ou il suit que l'albumine coagulée peut être, non en faible mais en grande quantité digerée par l'infusion du pancréas seul; sans aucune intervention des autres sucs digestifs, suc gastrique, bile ou suc intestinal etc.

Sur quelques grammes de l'infusion j'ai constaté un pouvoir digestif sur la fibrine qui calculé proportionnellement s'élevait à la digestion de 60 grms. de fibrine par l'infusion entière du pancréas.

Ces digestions avec l'infusion seul du pancréas, comme la vivisection elle même furent faites en présence de. M. M. les Dr. Kühne, antérieurement à Gottingue, et Snellen d'Utrecht elève de M. Donders, présens alors à Paris. Je convie donc M. M. Keferstein et Hallwachs, quelque soit le nombre et la précision de leurs précedentes recherches, à faire sur un chien, point par point, l'expérience don le recit fidèle constitue ma reponse, soit, plus simplement encore, c'est à dire sans aucune vivisection ni ligature, à donner à un chien un repas abondant et mixte et à la 6. h. de la digestion, enlever le pancréas, en faire l'infusion, essayer sa puissance digestive et à informer de leurs résultats la société royale.

Ce nest qu'après ce point vidé pour l'albumine que je les prierai d'en faire autant pou la fibrine, la caséine, la gélatine la musculine.

J'en appelle pour le reste en Allemagne à tous ses cliniciens, car la médecine (voir les inductions cliniques de mon mémoire), est aussi gravement intéressé dans ce débat que la physiologie elle même.

Ueber eine eigenthümliche Wirbelanomalie.

Von

Dr. Ch. Aeby.
Prosector in Basel.

(Hierzu Taf. III.)

Die hiesige anatomische Sammlung besitzt einen Fall von eigenthümlicher Wirbelentartung, den ich um so mehr einer Beschreibung werth halte, als, meines Wissens wenigstens, bis jetzt ein ähnlicher noch nicht bekannt gemacht worden ist. Derselbe betrifft den 3. bis 5. Rückenwirbel eines im übrigen vollkommen normal gebauten Skelettes von einem 13jährigen Knaben. Körper und Bogenhals dieser Wirbel sind durchaus regelrecht gebildet; zwischen beiden ist die Verwachsungslinie sowohl seitlich, als auch namentlich an den Endflächen noch deutlich zu erkennen. Ebenso weichen die obern und untern Gelenkfortsätze in keiner Weise von der normalen Bildung ab. Die Missbildung beschränkt sich somit auf den hintern Bogenabschnitt und besteht darin, dass dessen linkseitig gelegene Hälfte am 3. und 4. Wirbel nahe den Gelenkfortsätzen gespalten und der hierdurch erzeugte rechtseitige Abschnitt je mit dem linkseitigen des zunächst untern Wirbels verwachsen erscheint, während der linke Abschnitt des 3. Wirbelbogens frei hervorragt. Indem so der 3. Wirbel mit dem 4. und dieser hinwiederum mit dem 5. in Verbindung tritt, ist eine Trennung derselben nicht möglich, vielmehr sind ihre einzelnen Stücke in einer Spirallinie vereinigt, welche, an der linken freien Hälfte des 3. Wirbelbogens beginnend und am 5. Dornfortsatz endend, je vom linken Querfortsatz über die Vorderfläche des Körpers zum correspondirenden rechten, von diesem dagegen über die hintere Bogenfläche zum linken des nächst untern Wirbels führt. Betrachten wir die Stelle der Spaltung des Bogens genauer, so finden wir, dass dieselbe nahe dem medialen Rande der linken Gelenkfortsätze

stattfindet; ja, bei dem 3. Wirbel erscheint das linkseitige freie Bogenstück vollständig auf den Bogenhals, den Querfortsatz und die Gelenkfortsätze, deren innere Ränder sich direkt in einen beide verbindenden, geraden und abgerundeten Kamm fortsetzen, reducirt. Am 4. Wirbelbogen dagegen scheint noch ein Stück des hintern Bogenabschnittes an den linken Gelenkfortsätzen zu haften, wenigstens erstreckt sich der unzweifelhafte Ueberrest der Verwachsungslinie mit dem Bogen des 3. Wirbels nicht direkt vom innern Rande des obern Gelenkfortsatzes zu dem des untern, sondern zieht sich etwas rechts davon in Form einer seichten Rinne gegen den Dornfortsatz des 3. Wirbels hin (Fig. 1 u. 5, *x.*). Denselben Eindruck erhält man von der Vorderfläche des Wirbelbogens, obwohl die Verwachsung hier so weit gediehen ist, dass Spuren derselben sich kaum in einer kurzen vom innern Rande des obern Gelenkfortsatzes des 3. Wirbels medianwärts verlaufenden Linie erhalten haben (Fig. 3, *x*). Im übrigen springt der innere Rand des obern linken Gelenkfortsatzes des 4. Wirbels ein wenig über den obern Bogenrand hervor; dieser selbst verläuft anfangs bis über den Dornfortsatz ziemlich horizontal, um von da an in gewöhnlicher Weise zum innern Rande des obern rechten Gelenkfortsatzes des 3. Wirbels sich aufzuschwingen. Dagegen erscheint der untere linke Gelenkfortsatz des 4. Wirbels vom Dornfortsatze des 3. Wirbels durch einen tiefern Einschnitt (Fig. 5, *w.*) getrennt, welcher von unten her durch den obern Rand des nächstfolgenden Bogenstückes zu einer etwas quergezogenen Oeffnung ergänzt wird (Fig. 1 u. 3, *z*). Der Bogen des 5. Wirbels zeigt sich vollkommen normal gebildet und wird nur dadurch mit in den Bereich der Entartung gezogen, dass der rechte Abschnitt des 4. Wirbelbogens mit seinem obern Rande verwachsen ist. Merkwürdig ist hierbei die Beharrlichkeit, womit die Tendenz der linkseitigen Verwachsung festgehalten wird; denn obwohl die beiden Wirbelbögen in ihrer ganzen Ausdehnung einander ausserordentlich genähert sind, so erstreckt sich die Verschmelzung doch nur auf den Dornfortsatz und die linken Bogenpartien, während die rechten sammt den entsprechenden Gelenkfortsätzen vollkommen frei sich erhalten haben. Auch hier findet sich auf der hintern Bogenfläche die ursprüngliche Verwachsungslinie noch durch eine seichte, stellenweise vertiefte, und vom innern Rande des obern Gelenkfortsatzes zum Dornfortsatze verlaufende Furche repräsentirt. Auf der Vorderfläche ist auch diese geschwunden und von der ursprünglichen Verschmelzung keine Andeutung mehr vorhanden. Ueber den obern, zwischen den

Gelenkfortsätzen des 4. und 5. Wirbels verlaufenden Rand müsste dasselbe wiederholt werden, was wir bereits für denjenigen zwischen den Gelenkfortsätzen des 3. und 4. gesagt haben. — Auf die Richtung der Wirbelsäulenachse ist die beschriebene Bildung von keinem Einfluss, indem die Körper vollkommen normal entwickelt und auch die entsprechenden Gelenkfortsätze genau in gleiche Höhe gestellt sind; nur die Dornfortsätze des 3. und 4. Wirbels zeigen in Folge des Herabsinkens des links von ihnen gelegenen Bogenstückes nach unten eine geringe Abweichung von der Medianlinie nach rechts. — Ein durch die Bogenhälse frontal gelegter Schnitt, welcher die Bögen von den Körpern trennt, liefert diese in 3 isolirten Stücken, deren oberstes und kleinstes den linken Bogenabschnitt des 3., deren unterstes und grösstes den rechten Abschnitt des 4. und den ganzen Bogen des 5. enthält, während der zwischen beiden sowohl in Bezug auf seine Grösse, als seine Lage in der Mitte stehende von dem mit dem linken Abschnitte des 4. Wirbels vereinigten rechten Bogenabschnitte des 3. Wirbels gebildet wird.

Ueber die Ursache dieser anomalen Bildung lässt meines Erachtens auch nicht einmal eine Vermuthung sich aufstellen; jedenfalls ist sie um so räthselhafter, als die Spaltrichtung der beiden Bögen nicht mit der Grenzlinie verschiedener Verknöcherungspunkte zusammenzufallen scheint. Auch die Annahme krankhafter Verhältnisse ist nicht zulässig, da sich doch zweifelsohne in diesem Falle Spuren einer früher vorhanden gewesenen Entzündung vorfinden müssten, was keineswegs der Fall ist. Somit sehen wir uns zu der allerdings wenig befriedigenden und nichts erklärenden Annahme einer auf unbekannten Ursachen beruhenden und bei der ersten Anlage der Wirbelsäule thätigen abnormen Bildungsrichtung gedrängt.

In der Literatur finde ich nur einen einzigen hierher gehörigen Fall verzeichnet. Hyrtl erwähnt nämlich in seinem Lehrbuch der Anatomie des Menschen (3. Auflage, pag. 241) beiläufig „einen sehr merkwürdigen und bisher noch nicht beschriebenen Fall von anomaler Construction des Kreuzbeins, wo die seitlichen Bogenhälften der falschen Wirbel (welche durch ihre Nichtvereinigung das Offenbleiben des Sacralcanals bedingen) mit einander so verwachsen sind, dass die rechte Bogenhälfte des ersten mit der linken des zweiten, die rechte Hälfte des zweiten mit der linken des dritten u. s. w. zusammenstösst, wodurch eine ganz sonderbare Verschobenheit der hintern Fläche entsteht. Die linke Bogenhälfte des ersten, und die rechte Bogenhälfte des letzten Kreuzwirbels ragen als

stumpfe Höcker unverbunden hervor.“ Also auch hier wie in unserm Falle Verwachsung der rechten obern mit der linken untern Bogenhälfte.

Erklärung der Abbildungen.

Die gleichen Buchstaben bezeichnen in sämmtlichen Figuren dasselbe. Die beigefügten Zahlen beziehen sich auf die Wirbel und zwar 1 auf den dritten, 2 auf den vierten und 3 auf den fünften.

C, Wirbelkörper; *pas,* oberer, *pai,* unterer Gelenkfortsatz; *pt,* Querfortsatz; *psp,* Dornfortsatz; *x,* Verwachsungslinie zwischen den Bogenabschnitten des 3. und 4., *y,* zwischen denen des 4. und 5. Wirbels; *z,* Oeffnung zwischen den Wirbelbögen.

Fig. 1. Hintere, **Fig. 2.** seitliche Ansicht der 3 vereinigten Wirbel.

Fig. 3. Vordere Ansicht der Wirbelbögen. * Durchschnitt der Bogenhälse. o Grenze zwischen den rechten freien Bogenhälften des 4. und 5. Wirbels.

Fig. 4. Hintere Ansicht des 3. Wirbels mit dem linken frei hervorstehenden Bogenstücke. * Durchschnitt des rechten Bogenhalses.

Fig. 5. Hintere Ansicht des 3. und 4. Wirbels mit den verschmolzenen Bogenstücken. * Durchschnitt des rechten Bogenhalses des 4., ** Durchschnitt des linken Bogenhalses des 3. Wirbels. *w,* Einbuchtung zwischen dem untern Gelenkfortsatz des 4. und dem Dornfortsatz des 3. Wirbels, welche durch den obern Rand des nächstuntern Wirbelbogens zum Loche *z* ergänzt wird.

Fig. 6. Hintere Ansicht des 4. und 5. Wirbels mit den vereinigten Bogenstücken. * Durchschnitt des linken Bogenhalses des 4. Wirbels.

Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium des physiologischen Institutes zu Göttingen.

Von

Prof. **Boedeker.**

---

1. Harnsaures Natron in Form von Fetttropfen.

Als ich unter dem Mikroskop einen Tropfen einer Lösung des gewöhnlichen phosphorsauren Natrons mit einem Tropfen einer mit Harnsäure gesättigten verdünnten Natron- oder Kalilauge zusammenbrachte, beobachtete ich, wie sich bald farblose stark lichtbrechende Kugeln ausschieden; nicht etwa, wie beim Leucin, trübe und am Rande etwas rauh, sondern so klar und glatt gerändert, so regelmässig gerundet und so lichtbrechend, dass wohl manches Auge sie unbedenklich für Tröpfchen aus flüssigem Fett erklären würde.

Da phosphorsaures Natron, $2NaO,1HO.PO^5+24HO$, beim Kochen mit Wasser und Harnsäure eine beträchtliche Menge der letzteren auflöst und beim Erkalten viel absetzt, so hoffte ich auf diesem Wege das Salz in grösserer Menge zu erhalten, aber weder bei rascher noch bei langsamer Abkühlung trat es in dieser Form auf. Auf meine Veranlassung unternahm Dr. Baumgarten aus St. Louis (U. S.) in meinem Laboratorium die weitere Untersuchung, die uns zu folgenden Resultaten führte.

Darstellung des kugligen harnsauren Natrons.

Man kocht eine sehr verdünnte Natronlauge mit überschüssiger Harnsäure, lässt abkühlen und filtrirt erst dann die Lösung des neutralen harnsauren Natrons ab. Diese Lösung versetzt man mit einigen Tropfen kalt gesättigter Lösung von phosphorsaurem Natron. Nach einigem Stehen scheidet sich ein weisser Niederschlag aus, der unter dem Mikroskope nur die oben beschriebenen klaren Kügelchen zeigt. Man giesst möglichst rasch die überstehende klare Flüssigkeit ab und filtrit den

Absatz, der mit kaltem Wasser abgewaschen und über Schwefelsäure getrocknet wird.

Schon während des letzten Auswaschens, und noch mehr beim Trocknen, verliert das Salz seine Durchsichtigkeit und seine Kugelform; es wird matt, undurchsichtig und aus der Oberfläche der Kugeln schiessen Pallisaden von Nadeln hervor und bald zeigt das Salz genau das Ansehn des harnsauren Natron's, welches Funke in seinem Atlas der physiol. Chem. Taf. IV. No. 4. abgebildet hat.

Um womöglich diesen Uebergang in den krystallisirten Zustand zu vermeiden, wurden noch andere Wege der Darstellung versucht.

Versetzt man jene kalt filtrirte gesättigte Lösung von harnsaurem Natron mit einer kalt gesättigten Lösung von Chlornatrium, so entsteht augenblicklich ein starker Niederschlag von schlecht ausgebildeten Kugeln; verdünnte Kochsalzlösung wirkt ähnlich, nur schwächer.

Mit einer kaltgesättigten Lösung von Natronbicarbonat erhält man den Niederschlag in deutlichen Kugeln;

kaltgesättigte Lösung von schwefelsaurem Natron thut dasselbe;

eine ebenfalls kalt gesättigte Lösung von salpetersaurem Natron giebt noch besser ausgebildete Kugeln.

Dagegen bewirken die gesättigten Lösungen von Borax und von chlorsaurem Kali keine Ausscheidung von harnsaurem Natron.

Die Eigenschaften des kugligen harnsauren Natrons

bedürfen keiner speciellen Beschreibung. Es verhält sich wie das gewöhnliche Salz; unter dem Mikroskope giebt es sich als harnsaures Salz am leichtesten durch Betupfen mit Salzsäure oder Essigsäure zu erkennen, indem dadurch Harnsäure in Krystallen ausgeschieden wird. In kaltem Wasser sind die Kugeln nicht merklich löslich; in kochendem Wasser lösen sie sich leicht auf; sowie auch in Kali- oder Natronlauge.

Die Zusammensetzung des Salzes.

Die qualitative Untersuchung ergab als Bestandtheile der Kugeln nur Harnsäure, Natron (und Wasser?).

Die quantitative Untersuchung konnte nur mit Salz ausgeführt werden, was zum Theil krystallinisch geworden war; es kann deshalb wohl die Frage aufgeworfen werden, ob nicht das unkrystallinisch kuglige Salz eine andere Zusammensetzung zeigen würde?

Der Umstand, dass das noch zum Theil kuglige Salz den unten angeführten Wassergehalt zeigt, lässt vermuthen, dass das kuglige Salz nicht etwa wasserfrei ist und erst mit der Wasseraufnahme krystallinisch wird; denn es scheidet sich ja bei gewöhnlicher Temperatur kuglig aus und hält sich unter Wasser Tage lang klar und durchsichtig; möglich wäre es aber, dass es ursprünglich noch mehr Wasser enthielte und unter Verlust von Wasser in das krystallinische Salz überginge; dagegen spricht jedoch, dass die nach obiger Weise erhaltene Verbindung von verschiedenen Darstellungen dieselbe Zusammensetzung zeigte, obgleich das Mikroskop in dem einen Präparate noch viele Kugeln zwischen den Krystallen zeigte, während das andere Präparat gar keine Kugeln mehr erkennen liess.

a. Das lufttrockene Salz wurde bei 130° C. getrocknet:
0,211 Gr. Salz verlor 0,009 Gr. Wasser = 4,27 % Wasser.
0,2265 „ „ „ 0,009 „ „ = 4,14 % „

b. Das bei 130° C. getrocknete Salz wurde im Platintiegel mit concentrirter Schwefelsäure befeuchtet, geglüht, zuletzt durch Glühen in einer Atmosphäre von kohlensaurem Ammoniak die letzten Reste der überschüssigen Schwefelsäure entfernt:

0,1735 Gr. Salz, bei 130° C. getrocknet gab 0,059 Gr. Natronsulfat, welches 14,76 % Natron entspricht.

0,2175 Gr. Salz, ebenso behandelt, lieferte 0,075 Gr. Natronsulfat, entsprechend 14,66 % Natron.

0,193 Gr. Salz gleicher Art gab 0,068 Gr. Natronsulfat, entsprechend 15,39 % Natron.

c. 0,3155 Gr. Salz, bei 130° C. getrocknet, wurde mit heisser verdünnter Salzsäure zersetzt; die abgeschiedene und bei 130° C. getrocknete Harnsäure ($2HO . C_{10} H_2 N_4 O_4$) wog 0,2475 Gr., entsprechend 78,447 % Harnsäurehydrat oder 70,04 % wasserfreier Harnsäure ($C_{10} H_2 N_4 O_4$).

0,202 Gr. Salz obiger Art mit etwas Natronlauge und dem nöthigen Wasser zu 200 Cub. Centimeter gelöst wurde mit Uebermangansäure (Chamaeleon-Lösung) titrirt: 1 C. C. Chamaeleon-Lösung entsprach 0,005393 Gr. $C_{10} H_2 N_4 O_4$: 4 C. C. Chamaeleon forderten 30,1 C. C. obiger Lösung von harnsaurem Natron; die gesammte Lösung des letzteren (200 C. C.) hätten also 26,6 C. C. Chamaeleon gefordert; in 0,202 Gr. Salz, bei 130° C. getrocknet, waren hiernach 0,1435 Gr. wasserfreie Harnsäure oder 71,04 % $C_{10} H_2 N_4 O_4$.

Die bei 130° C. getrocknete Verbindung entspricht hienach der Formel

$$\left.\begin{matrix} NaO \\ HO \end{matrix}\right\} C_{10} H_2 N_4 O_4 + H_2 O_2 .$$

	berechnet:		gefunden:		
NaO	31	14,90	14,76	14,66	15,39
$C_{10}H_2N_4O_4$	150	72,12	70,04	71,04	—
3HO	27	12,98	—	—	—

Die lufttrockne Verbindung enthält noch 1HO mehr als die obige, und sie entspricht der Formel:

$$\left.\begin{matrix}NaO\\HO\end{matrix}\right\} C_{10}H_2N_4O_4 + 3HO.$$

	berechnet:	gefunden:
NaO	14,30	14,34
$C_{10}H_2N_4O_4$	69,20	67,69
4 HO { 3 HO nicht flüchtig bei 130⁰ C.	12,35	—
4 HO { 1 HO flüchtig bei 130⁰ C.	4,15	4,20
	100,00	

2. Ueber das Alcapton; ein neuer Beitrag zur Frage: welche Stoffe des Harns können Kupferreduction bewirken?

Das Interesse, womit das Vorkommen des Zuckers im Blute und im Harn in neuerer Zeit von Seiten der Physiologie und Pathologie verfolgt ist, hat die Mittel zu dessen Nachweisung auf immer schärfere Proben gestellt. Der Traubenzucker oder Harnzucker, Glycose, um dessen Nachweisung es sich meistens handelt, der in nicht gar zu schlimm verunreinigten und nicht gar zu verdünnten Lösungen allerdings so leicht qualitativ und quantitativ durch die Gährung mit Hefe bestimmt werden kann, ist doch in den Mischungen, die praktisch in Betreff ihres etwaigen Zuckergehaltes in Frage kommen, selten durch die Gährung zu entdecken und seiner Menge nach zu bestimmen. Es würde meistens viel mehr Material erfordert werden, als einem zu Gebote steht, es würden sehr lange umständliche Arbeiten nöthig sein, um aus dem vorliegenden Untersuchungsobjecte eine Lösung zu erhalten, die den Zucker rein genug und concentrirt genug enthielte, um mit Hefe die eintretende Gährung wahrnehmen zu können.

Von anderen Mitteln zur Erkennung des Zuckers kommen — abgesehn von gut entbehrlichen anderen, — drei in Betracht:

1. Die Ausscheidung von Kupferoxydul beim Kochen mit alkalischer Kupferoxydlösung;

2. Die Böttger'sche Probe; nämlich die Reduction des weissen Wismuthoxydhydrates beim Kochen mit Zucker und Aetznatron zu schwarzem Metallpulver;

3. Die Heller'sche Probe; das insensive Gelb- bis Gelbroth bis Braunroth-werden beim einfachen Kochen des Zuckers mit ätzendem Kali oder Natron.

Die Proben mit Eisenoxydlösung, mit Chromsäure, mit Silberlösung, mit Galle und Schwefelsäure u. s. w. mögen zur Bestätigung dienen; aber an Beweiskraft stehn sie den obigen nach.

Hat man farblose oder wenig gefärbte Flüssigkeiten, so ist unstreitig die Heller'sche Probe nicht nur die kürzeste und bequemste, sondern auch die allerempfindlichste: wenn man eine reine Harnzuckerlösung allmälig immer stärker verdünnt, so gelangt man endlich zu einem Punkte, wo die sonst vortreffliche Böttcher'sche Probe kein deutliches Resultat mehr giebt, wo die gut bereitete Fehling'sche Lösung nur noch dem geübten Auge eine Spur von Zucker zu erkennen giebt, wenn man neben einander eine Probe der Fehling'schen Lösung, mit reinem Wasser verdünnt, kocht und eine zweite Gegenprobe, mit der stark verdünnten Zuckerlösung gekocht, mit der ersten vergleicht; letztere bleibt stundenlang völlig klar; wo aber die Spur von Zucker mitgekocht wurde, da zeigt sich das Probirröhrchen, im auffallenden Lichte betrachtet, auf der Lichtseite etwas blind oder matt; nach einigem Stehn findet sich noch eine Spur von rothem Oxydul am Boden.

Die Heller'sche Probe zeigt dagegen bei jener Verdünnung noch ganz unverkennbar und direkt durch die entschieden gelbe Färbung beim Kochen mit Aetznatron die Gegenwart von Zucker an; und wenn endlich bei noch weiter getriebener Verdünnung, weder die Fehling'sche, noch die Böttger'sche Probe irgend was erkennen lassen, so zeigt die Heller'sche Probe noch während des ersten Aufkochens der Probe im Röhrchen eine deutliche gelbe Färbung, die aber beim Erkalten bis zum völligen Verschwinden abnehmen und verschwinden kann.

Aber diese so bequeme und so empfindliche Reaction ist nur dann brauchbar, wenn erstens die Flüssigkeiten farblos oder nur schwach gefärbt und wenn zweitens keine andern Stoffe vorhanden sind, die sich beim Kochen mit ätzenden Alkalien intensiv gelb färben.

Um der ersten Forderung zu genügen, reicht es mannigmal sehr gut aus, die gefärbte Flüssigkeit mit basisch essigsaurem Bleioxyd auszufällen; das entfärbte Filtrat enthält zwar überschüssiges Blei, setzt man nun Aetznatron zu, so fällt zwar Bleioxydhydrat nieder, aber beim Erhitzen löst sich dies im

Aetznatron leicht auf und stört die Heller'sche Zuckerprobe gar nicht; nur darf man bei dieser Methode dann nicht ausser Acht lassen, dass, falls gewisse schwefelhaltige Körper, wie Albumin, Casein, Cystin, vorhanden wären, eine Bildung von Schwefelblei erfolgen würde, und dass dieses im feinzertheiltesten Zustande die Flüssigkeit bräunlichgelb färben könnte, etwas ähnlich wie Zucker mit Natron gekocht.

In Betracht der zweiten Forderung: Abwesenheit solcher Stoffe, die beim Kochen mit Aetznatron gelb oder braun gefärbt werden, so muss ich hier hervorheben, dass das gleich zu beschreibende Alcapton jene Eigenschaft in hohem Grade besitzt; und da dieser Stoff als Harnbestandtheil pathologisch auftritt, so möchte doch darauf ganz besonders Rücksicht zu nehmen sein bei Prüfung auf Zucker nach der Heller'schen Probe.

Bei Anwendung der Kupferprobe ist zu beachten, einerseits: was für Stoffe hindern die Abscheidung des durch den Zucker reducirten Kupferoxyduls? und andererseits: was für Stoffe besitzen, ausser dem Zucker, die Fähigkeit, Kupferoxydul beim Kochen mit Fehling'scher Lösung auszuscheiden.

In der ersten Beziehung hat man besonders darauf zu achten, dass alle Verbindungen von Ammoniak, (und den analogen Basen: Trimethylamin, Aethylamin, Anilin), auch Kreatinin und Kreatin, sowie ferner Leim, Albuminate und Albuminose diese Fähigkeit besitzen, das reducirte Kupferoxydul in Lösung zu halten; ganz auffallend tritt dies aber hervor, wenn man Glutin, Bindegewebe oder Knochenknorpel mit Schwefelsäure genügend gekocht hat, die nur mit ihrem doppeltem Volumen von Wasser verdünnt wurde. Macht man die so erhaltene Lösung etwas alkalisch, versetzt dann kalt mit hinreichender Fehling'scher Lösung, und filtrirt, so nimmt das Filtrat beim Kochen eine rothe Färbung, die der der Uebermangansäure an Tiefe und Feuer nichts nachgiebt; aber kein Oxydul wird abgeschieden.

In der zweiten Beziehung: welche Stoffe, ausser Zucker, besitzen die Fähigkeit, beim Kochen mit Fehling'scher Lösung Kupferoxydul auszuscheiden, muss man vor allem der Harnsäure gedenken, die ebenso, wie die ihr noch nahestehenden Derivate derselben (Alloxan, Alloxantin, Uramil, Mesoxalsäure etc.) das Kupferoxyd aus alkalischen Lösungen beim Kochen als Oxydul abscheiden.

Während man früher dies Verhalten der Harnsäure gänzlich übersehn hatte, überschätzt man dies in neuester Zeit hie und da in solchem Grade, dass man sich nicht gescheut hat zu behaupten, im Harn gesunder Menschen fände sich bei ge-

wöhnlicher Lebensweise kein Zucker; die Reduction von Kupferoxyd zu Kupferoxydul, welche der nach der Brücke'schen Methode erhaltene Absatz zeigte, rühre nur von Harnsäure her!

Sollten Diejenigen, die so etwas zu behaupten wagen, sich wohl durch gründliche Versuche überzeugt haben, dass sich dies so verhält? Ich kann's nicht glauben und muss hier die Gelegenheit ergreifen, diesem Vorwurf gegen die vortreffliche Methode von Brücke auf das entschiedenste zurückzuweisen. Ich stütze mich hiebei auf folgende Versuche:

1. 1 Gramm reine Harnsäure wurde in 100 Cub. Cent. Wasser suspendirt, dazu Aetznatron zugetropft bis zur Auflösung; dann mit verdünnter Salzsäure bis zur eben beginnenden schwach sauren Reaction auf Lakmus, so dass rothes Lakmuspapier nicht mehr gebläut wurde; es wurde das Ganze mit Wasser auf 200 C. C. aufgefüllt, anhaltend geschüttelt und mit 800 C. C. Alkohol von 93^0 Tralles geschüttelt und nach einstündigem Stehen filtrirt; das klare Filtrat wurde mit einer alkoholischen Lösung von Aetzkali stark alkalisch gemacht. Nach 24 Stunden war kaum etwas von Absatz zu sehen; es wurde aber abfiltrirt, und nach Entfernung alles Alkohols in Wasser leicht gelöst und mit Fehling'scher Lösung gekocht. Es erfolgte keine Spur von Reduction oder nur von Trübung. Der Absatz mochte wohl nur etwas kohlensaures Alkali gewesen sein.

2. 1 Gramm phosphorsaures Natron ($2NaO, HO, PO^5 + 24HO$) wurde in 200 C. C. Wasser gelöst und mit überschüssiger reiner Harnsäure gekocht und filtrirt. Diese mit Harnsäure gesättigte Lösung hat die merkwürdige Eigenschaft, ähnlich wie neutrales essigsaures Ammoniumoxyd, das rothe Lakmuspapier zu bläuen, und das blaue zu röthen. Dies Filtrat wurde mit 800 C. C. Alkohol gemischt und nach einer Stunde filtrirt; als nun eine alkoholische Aetzkalilösung bis zur stark alkalischen Reaction zugesetzt wurde, entstand eine milchweisse Trübung in der Mischung und nach 24stündigem Stehen hatte sich der Boden der Flasche mit einem brillanten krystallinischen Ueberzuge, den Eisblumen des Winters am Fenster ähnlich, überzogen, ganz so wie man ihn aus normalem Harn bei der Brücke'schen Probe erhält. Nachdem der meiste Alkohol klar abgegossen und der Rest abfiltrirt war, wurde der Absatz vom Filter und vom Boden der Flasche mit heissem Wasser übergossen, worin er sich leicht löste. Beim Kochen mit Fehling'scher Lösung erfolgte die Reaction der Harnsäure sehr charakteristisch und stark: beim Kochen erscheint

zuerst ein weisser feinflockiger Absatz, der alsbald blassroth und endlich deutlich kupferroth wird, aber stets flockig bleibt.

Die Hauptmasse des Absatzes erwies sich aber als basisches Kali-Natronphosphat ($KO, 2NaO. PO_5 + aq.$), und dieses Salz, nicht Kalisacharat, bildet bei Prüfungen des Harns auf Zucker nach der Brücke'schen Methode die schönen Eisblumenähnlichen Krystallisationen am Boden des Gefässes.

3. Dieselbe Lösung von 1 Gramm phosphors. Natron in 200 C. C. Wasser, mit überschüssiger Harnsäure gekocht, wurde mit ein paar Tropfen verdünnter Salzsäure versetzt, bis sie die Bläuung des rothen Lakmuspapiers nicht mehr bewirkte, aber deutlich das blaue Papier röthete; danach mit 800 C. C. Alkohol gemischt und nach einer Stunde filtrirt. Als das Filtrat nun mit alkoholischer Kali-Lösung stark alkalisch gemacht wurde, trat eine schwächere Fällung ein; nach 24 Stunden war die Eisblumen-Krystallisation auf dem Boden und an den Wänden des Glases wieder da; aber weder durch Reduction der Fehling'schen Lösung, noch durch die Murexidprobe war in der wässrigen Lösung der Krystalle Harnsäure zu entdecken.

Diese beiden Versuche zeigen deutlich, worauf es ankommt bei Entscheidung der Frage: kann Harnsäure Grund der Kupferreduction sein, wenn man den nach der Brücke'schen Methode erhaltenen Absatz aus Harn mit Fehling'scher Lösung kocht?

War der Harn nicht deutlich sauer, bläut er noch rothes Lakmus, so kann Harnsäure in den Absatz übergehen, der das Kalisacharat enthalten soll; war er aber entschieden sauer, (d. h. bläute er rothes Lakmus nicht, aber röthete er deutlich das blaue,) so geht keine Harnsäure in jenen Absatz über.

4. Prüfungen des Harns Gesunder auf Zucker nach der Brücke'schen Methode:

a. Es wurden jedesmal 200 C. C. Vormittagsharn von vier gesunden Männern (in allen 4 Fällen zeigte sich entschieden saure Reaction,) mit 800 C. C. Alkohol von 93° Tralles gemischt und nach einstündigem Stehen filtrirt; als dann den vier Proben eine alkoholische Aetzkalilösung bis zur stark alkalischen Reaction zugesetzt wurde, trat in allen Fällen eine weisse milchige Trübung ein, und nach 24 Stunden fand sich am Boden die nämliche krystallinische Ablagerung, wie oben. Der Alkohol liess sich zum grössten Theil klar abgiessen, nur ein kleiner Rest wurde filtrirt. Nach Entfernung alles Alkohols aus Filter und Flasche wurde, was in beiden hing, in

wenig kochendem Wasser gelöst; ein Theil dieser Lösung wurde mit Salpetersäure verdampft und auf Harnsäure geprüft; aber in keinem der 4 Fälle fand sich irgend welche Murexidreaction; die übrige Lösung wurde mit Aetznatron stark alkalisch gemacht und in 3 Portionen getheilt:

α. Das Kochen für sich allein — die Heller'sche Probe — zeigte durch das in 2 Fällen, A und B, erfolgende Gelbwerden Anwesenheit von Zucker, in den zwei anderen Fällen C und D nichts.

β. Das Kochen mit etwas Wismuthoxydhydratschlamm — die Böttger'sche Probe — zeigte bei A und B Reduction des weissen Oxydhydrates zu schwarzem Wismuthpulver, bei C und D keine Veränderung.

γ. Das Kochen mit Fehling'scher Lösung zeigte bei A und B Abscheidung von Kupferoxydul, bei C und D nichts.

b. Vierzehn Tage später wurden je 200 C. C. Nachmittagsharn, 2 Stunden nach der Mittagsmahlzeit, von D und von einem fünften gesunden Manne E in obiger Weise auf Zucker geprüft; beide zeigten stark saure Reaction.

Die wässrige Lösung des Absatzes von D zeigte wie sub a. angegeben, durch lauter negative Resultate wieder wie dort Abwesenheit von Harnsäure, wie von Zucker; dagegen gab E, wie sub α, β und γ angegeben, geprüft, entschiedene Reaction auf Zucker. Beide, D und E, hatten auch den krystallinischen Ueberzug der Glaswand gebildet, den man den Eisblumen an überfrorenen Fenstern vergleicht.

Es mag hier noch hervorgehoben werden, dass auch bei abnorm grossem Harnsäure-Gehalte des Harns keine Harnsäure in den nach Brücke's Methode erhaltenen Absatz übergeht, sobald nur der Harn vor dem ersten Zusatze des Alkohols sauer genug, der zugesetzte Alkohol genügend und die Zeit zur ausfällenden Wirkung des reinen Alkohols nicht zu kurz war: der Harn von E war so überreich an Harnsäure, dass er beim Stehen sehr bald ein bedeutendes Sediment an Harnsäure und etwas saurem harnsaurem Natron bildete; aber dennoch hatte der reine Alkohol nach zwei Stunden die Harnsäure so vollständig abgeschieden, dass in dem späteren Absatze (der durch alkoholische Kalilösung in der filtrirten sauren alkoholischen Mischung entstand) keine Harnsäure zu entdecken war.

Aus diesen Versuchen ergeben sich folgende Resultate:

A. Wenn normaler entschieden sauer reagirender Harn bei richtiger Ausführung der Brücke'schen Probe einen Absatz giebt, dessen Lösung mit der Fehling'schen Probe ge-

kocht, Kupferoxydul ausscheidet, so kann Harnsäure dies nicht bewirkt haben; aber es kann dies wohl der Fall gewesen sein, wenn der Harn nicht entschieden sauer war. Um aller Zweifel überhoben zu werden, ist es deshalb rathsam und in jedem Falle durchaus unschädlich, dem Harn vor der Mischung mit Alkohol so viel Salzsäure zuzutropfen, dass er entschieden stark sauer reagirt.

B. Da die Harnsäure weder durch Kochen mit Aetznatron allein gelb gefärbt wird, wie Zucker, noch beim Kochen mit Aetznatron und Wismuthoxydhydrat schwarzes Wismuthpulver reducirt abscheidet, wie der Zucker, so ist die Benutzung der Heller'schen und der Böttger'schen Probe zur Nachweisung des Zuckers nicht allein zur Bestätigung zu empfehlen, sondern der Fehling'schen Probe, als ausschliesslicher beweisend, vorzuziehn.

C. Der krystallinische Ueberzug des Bodens der Flasche (Eisblumen) hat mit dem Kalisacharat nichts zu schaffen, sondern besteht aus Alkali-Phosphaten.

D. Wenn der mit Alkohol vermischte Harn bei Zusatz alkoholischer Aetzkalilösung eine milchweisse Trübung giebt, so ist daraus allein durchaus nicht auf Zucker zu schliesen, indem diese weisse Trübung auch in zuckerfreiem Harn und durch ganz andere Dinge auftreten kann.

E. Die Behauptung, dass der normale Harn nie Zucker enthalte, ist, wenn nicht unrichtiger, doch wenigstens ebenso unrichtig, wie die entgegengesetzte Behauptung, dass derselbe stets Zucker enthalte: sechs Proben von gesunden Männern (4 Vormittags-, 2 Nachmittags-Proben), alle auf dieselbe Weise und mit demselben Zusatz-Material ausgeführt, ergaben bei vier Personen Gegenwart von Zucker, bei zweien nichts, und zwar bei dem einen weder vor noch nach der Hauptmahlzeit.

Wer die Empfindlichkeit der Brücke'schen Methode in Verbindung mit der Heller'schen Probe zu würdigen weiss, der wird mir wohl nicht den Einwurf machen, dass 200 C. C. Harn nur nicht genug wäre, und dass bei Anwendung der zehnfachen Menge sich schon Zucker finden würde.

Hier möge noch die Erwähnung eines interessanten Falles von Benutzung der schönen Brücke'schen Methode Platz finden:

Bei einem Kranken der hiesigen medicinischen Klinik wurde ein Carcinom des Gehirns diagnosticirt, wahrscheinlich in der Nähe des Pons. War die Vermuthung über den Sitz des Leidens richtig, so lag es nahe zu erwarten, dass etwa,

wie beim Bernard'schen Zuckerstich, in Folge einer Affection der betreffenden Stelle am vierten Ventrikel eine Zuckerausscheidung im Harn statt fände. Als ich nun vergleichend von diesem Kranken und von demjenigen gesunden jungen Manne, bei dem sich die grösste Menge Zucker im Harn gefunden hatte, je 200 C. C. wie oben prüfte, fand sich, dass der Absatz aus dem Harn des Kranken vier mal so viel Kupferoxydul reducirte, als der des gesunden. Die hierdurch noch mehr bestärkte Ansicht über den Sitz des Leidens fand drei Wochen später bei der Section des Gestorbenen ihre volle Bestätigung.

Was nun endlich die Böttger'sche Probe mit Wismuth betrifft, so verdient dieselbe, wie schon berührt wurde, volle Beachtung; sie hat vor der Kupferreductionsprobe das voraus, dass Harnsäure hier gar keine Wirkung, Farbenänderung oder Reduction bewirkt; nur verlangt auch diese Probe Beachtung einiger Vorsichtsmaassregeln: es dürfen nicht solche schwefelhaltige Stoffe in erheblicher Menge vorhanden sein, die beim Kochen mit Aetznatron und Wismuthoxyd dunkelbraunes Schwefelwismuth bilden könnten; Albumin, Cystin und dergleichen Stoffe müssten also vorher entfernt werden. Vor Allem hat man aber zu beachten, dass man nur möglichst wenig Wismuth der Probe zusetzt; denn nimmt man viel mehr, als von vorhandenem Zucker reducirt, geschwärzt werden kann, so deckt das unverändert gebliebene, weisse Oxydhydrat das etwa reducirte schwarze Wismuth so vollständig, dass man nichts rechtes wahrnehmen kann. Das getrocknete, basisch salpetersaure Wismuthoxyd, Magisterium bismuthi, direkt mit der alkalischen Lösung zu kochen, ist bei Proben, wo man nicht viel Zucker erwarten darf, nicht rathsam, sondern man löst eine kleine Messerspitze voll von diesem oder ein nadelkopfgrosses Wismuthkorn in heisser starker Salpetersäure; diese Lösung wird reichlich mit Aetznatron stark alkalisch gemacht und von dem so erhaltenen frisch gefällten Schlamme von Wismuthoxydhydrat der auf Zucker zu prüfenden, ebenfalls stark mit Aetznatron versetzten Flüssigkeit nur so viel zugesetzt, dass man deutlich etwas weisen Niederschlag in der Probe schwimmen sieht; erhitzt man dann einmal bis zum starken Kochen, so pflegt in dem Moment, wo man das Probirröhrchen von der Flamme entfernt, plötzlich die Reduction und Abscheidung des schwarzen reducirten Wismuths einzutreten. Wer einmal die Probe mit Vorsicht ausgeführt hat, der wird ihr Schärfe, Charakter und Leichtigkeit in gleich hohem Grade zuerkennen müssen.

Sie hat selbst vor der Heller'schen Probe, wie vor der Fehling'schen noch das voraus, dass auch das gleich zu beschreibende Alcapton das Wismuth nicht reducirt; aber die Lösung wird durch das Kochen mit Alkalien so dunkelbraun bis schwarzbraun, dass man diese Verdunkelung der Flüssigkeit leicht für eine Reduction des Wismuths halten könnte; erst nach Zusatz von Essigsäure und Absetzen-lassen erkennt man, dass das Wismuth zwar wohl gelblich, auch bräunlich gefärbt ist durch Verbindung mit dem durch's Kochen veränderten Alcapton, aber nicht reducirt und geschwärzt ist.

Jetzt, praemissis praemittendis, kann ich, um mich im Folgenden nicht zu oft unterbrechen zu müssen, auf die Besprechung der Untersuchung eines sehr merkwürdigen Falles unserer hiesigen medicinischen Klinik übergehn, der, soviel mir bekannt geworden ist, bisher als ein unicum dasteht und deshalb wohl allgemeinere Beachtung verdienen dürfte. Bei aufmerksamer Musterung möchten sich doch wohl auch anderwärts ähnliche Fälle darbieten:

Den 20. Juli 1857 sandte mir Herr Geh. Hofrath Hasse den Urin eines Kranken aus seiner Klinik mit der Bitte um Untersuchung desselben. Die Gesammt-Menge des damals in 24 Stunden ausgeschiedenen schwankte von 1500 bis 1600 Cub. Cent.; das specif. Gewicht von 1022 bis 1025. Eigenthümlich war nicht blos die Färbung, sondern das Ansehn: erstere schwankte von blass bräunlich-roth bis blass gelb-roth, an Nr. 4, 5 u. 7 der Vogel'schen Farben-Tabelle am nächsten sich anschliessend; obgleich das Mikroskop weder krystallinische, noch morphologische feste Gebilde, noch Fetttröpfchen erkennen liess, so war doch das Ansehn nicht klar im auffallenden Lichte, sondern ich möchte sagen, etwas blind oder matt. Die Reaction schwankte vom fast neutralen zum schwach sauren. Abnorm erschien ausser der Färbung nur erstens die starke Verdunkelung, die bei Zusatz von Aetznatron bei gewöhnlicher Temperatur allmälig, beim Erhitzen rascher eintrat und unverkennbar von der Oberfläche der Flüssigkeit ausging, wo sie mit der Luft in Berührung war; zweitens gab das Kochen mit Fehling'scher Lösung deutlich Reduction von Kupferoxydul zu erkennen.

Auf Zusalz von etwas Salzsäure oder Essigsäure wurde der Urin etwas heller, ausser unerheblichen Flöckchen von Schleim und etwas Harnsäure schied sich nichts aus. Albumin war nicht zu entdecken.

Die unverkennbare Verdunkelung des mit Aetznatron versetzten Harns an der Luft (während er in dem natürlichen

schwach sauren Zustande sich unveränderlich an der Luft erhielt, abgesehen von der wie gewöhnlich mit der Zeit eintretenden Zersetzung) wies auf eine Absorption von Sauerstoff aus der Luft durch einen leichter als Zucker oxydirbaren Stoff hin; denn der Harnzucker absorbirt in alkalischer Lösung den Sauerstoff der Luft bei gewöhnlicher Temperatur nur äusserst langsam, so dass dessen Wirkung binnen einigen Stunden kaum messbar sein dürfte.

Als ich 20 C. C. dieses Harns in ein getheiltes Glasrohr brachte, worin 80 C. C. Luft über Quecksilber abgesperrt waren, so änderte sich das Luftvolum durch Schütteln mit dem schwach sauren Harn gar nicht; sobald ich aber ein Stückchen Aetzkali emporsteigen und im Harn sich lösen liess, so färbte sich nun die Flüssigkeit rasch dunkel und alsbald war nach dem Schütteln das Luft-Volum um 18 C C. verkleinert; es waren also 18 C. C. Sauerstoffgas verschluckt.

Ein zweiter Versuch mit reinem Sauerstoffgas zeigte, dass der damals untersuchte Harn bei Zusatz von Aetzkali etwas mehr als sein gleiches Volum Sauerstoff verschlucken konnte.

Als ich bei weiterer Verfolgung dieses Stoffes zugeben musste, dass das Verhalten weder auf Zucker noch auf einen anderen bekannten Stoff bezogen werden konnte, so wählte ich zur Benennung dieses Stoffes diese auffallendste Eigenschaft desselben: in alkalischer Lösung bei gewöhnlicher Temperatur den Sauerstoff begierig zu verschlucken und nannte ihn danach A l c a p t o n (freilich recht barbarisch zusammengesetzt aus dem arabischen a l k a l i und dem griechischen *κάπτειν*, begierig verschlucken.)

Mit einem meiner damaligen Practicanten, H e r r n. D r. m e d i c. E. D ü r r, unternahm ich die ersten Versuche, um diesen interessanten Stoff aus dem Harn zu erhalten. Als der vortheilhafteste Weg erschien uns der folgende:

Man fällt den Harn zuerst mit neutralem essigsaurem Bleioxyd, so lange als ein Niederschlag entsteht; nachdem so die Schwefelsäure und Phosphorsäure bis auf Minima mit einem Theile des Chlors entfernt sind, wird die filtrirte Flüssigkeit vorsichtig mit basisch essigsaurem Bleioxyd versetzt, so lange noch ein Niederschlag entsteht. Zur Sicherheit war auch der durch das neutrale Bleisalz gebildete Niederschlag abfiltrirt, nach dem Auswaschen in Wasser aufgeschwämmt und durch Schwefelwasserstoff zerlegt; die vom Schwefelblei abfiltrirte Flüssigkeit wurde nach dem Verdunsten des Schwefelwasserstoffs alkalisch gemacht und mit F e h l i n g'scher Lösung gekocht: die eintretende sehr schwache Reduction von

Kupferoxydul bewies freilich, dass wohl eine unerhebliche Menge von Alcapton hier mitgefällt war; als nun aber der durch das basische Bleisalz erhaltene Niederschlag nach sorgfältigem Auswaschen ebenso durch Schwefelwasserstoff zersetzt wurde, zeigte die stark reducirende Kraft der vom Schwefelblei abfiltrirten Flüssigkeit unverkennbar, dass hierdurch das Alcapton gefällt war.

Die vom Alcapton-Bleioxyd abfiltrirte Flüssigkeit war fast farblos, kaum gelblich; sie zeigte die Eigenschaft bei Zusatz von Aetzkali sich in der Kälte zu bräunen, nicht mehr, aber wohl gab sie, mit Fehling'scher Lösung gekocht, noch eine, wenn auch schwache Reduction von Kupferoxydul.

Ich prüfte den angewandten Bleiessig mit einer Lösung von reinem Harnzucker und, wie zu erwarten, trat bei keinem Verhältniss von zugesetztem Bleiessig eine Fällung ein. Der im Harn etwa vorhandene Zucker musste also in der Flüssigkeit geblieben sein, die durch Bleiessig nicht mehr gefällt wurde und wie ein später anzuführender Versuch bestätigen wird, es war nur noch Zucker, was nach Ausfällung mit Bleiessig die Fehling'sche Lösung noch reducirte.

Es wurde also nur die von dem durch Bleiessig erhaltenen Niederschlage durch Zersetzung desselben mit Schwefelwasserstoff gewonnene Lösung weiter bearbeitet. Durch Abdampfen auf dem Wasserbade wurde die reichlich vorhandene freie Salzsäure verdunstet; es wurde dann eine reichliche Menge von gepulvertem Schwerspath zugemischt, um das Eintrocknen zu erleichtern, was nun auf dem Wasserbade leicht zu erreichen war. Die völlig trockne Masse wurde nun mit Aether durch oft wiederholtes Ausziehen erschöpft. Nach dem Abdestilliren des Aethers blieb eine dunkel-rothbraune Masse, in der einige Krystallnadeln zu erkennen waren. Beim Auflösen in wenigem kalten Wasser blieben jene wenigen Krystallnadeln nebst einer harzartigen, braunen, schmierigen Masse zurück: die Nadeln erwiesen sich als Hippursäure und jene harzige Masse glich ganz der, die man bei Darstellung der Hippursäure gewöhnlich erhält.

Die filtrirte wässerige Lösung besass das Reductionsvermögen für Kupferoxyd, wie für Silberoxyd bei Gegenwart von ätzendem Alkali in hohem Grade; sie war aber noch so dunkel gefärbt, dass ich sie zu weiterer Reinigung noch einmal zuerst mit neutralem Bleiacetat fällte, so lange ein Niederschlag entstand, wodurch die dunkelfärbende Substanz entfernt wurde; das Filtrat wurde mit Bleiessig ausgefällt und der fast weisse, nur blassgelbe Niederschlag in reinem Wasser

aufgeschlämmt und wieder mit Schwefelwasserstoff zerlegt. Die vom Schwefelblei abfiltrirte Flüssigkeit wurde auf dem Wasserbade verdunstet.

Den so erhaltenen Rückstand vermochte ich, ohne ihn zu zersetzen, nicht in Ungleichartiges zu zerlegen und nenne ihn Alcapton.

Es bildet sich eine goldgelbe firnissartige Masse, ohne alle Spur von Krystallisation; durchsichtig, glänzend, spröde; an feuchter Luft klebrig werdend, aber nicht zerfliessend; ohne Geruch und von fadem, unbedeutendem Geschmack. Beim Erhitzen auf Platinblech schmilzt es ähnlich dem Zucker unter Aufblähen, dabei entwickelt sich aber ein im höchsten Grade widerlicher, penetranter, urinöser, brenzlicher Geruch, nicht an den Geruch verbrennender Proteinstoffe, viel weniger aber an den von Zucker erinnernd; am meisten Aehnlichkeit hatte dieser Geruch, abgesehen von dem urinösen, mit dem verbrennender Galle, und ebenso wie diese entzündete sich bei starker Erhitzung das schmelzende Alcapton auf dem Platinblech und brannte mit flackernder, leuchtender, stark russender röthlicher Flamme harzartig, ganz verschieden vom Zucker. Die lockere glänzende Kohle verbrannte ziemlich leicht ohne Rückstand.

Beim Erhitzen mit Natronkalk in Glasröhrchen entwickelte sich ein fast noch unangenehmerer Geruch; es entwich sehr viel Ammoniak (oder auch vielleicht Trimethylamin?).

In Wasser und Alkohol löst sich das Alcapton fast in jedem Verhältnisse auf; im compacten Zustande ist es in wasserfreiem Aether nur sehr wenig löslich; beträchtlich mehr in gewöhnlichem Aether, der etwas Wasser und etwas Alkohol zu enthalten pflegt.

Die wässerige Lösung reagirt sauer und zeigt gegen Reagentien folgendes Verhalten:

1. Verdünnte, und selbst concentrirte Säuren zeigen in der Kälte keine Einwirkung; erst beim Erhitzen zeigt concentrirte Schwefelsäure unter Einwirkung von schwefliger Säure Bräunung und Verkohlung. Concentrirte Salpetersäure giebt beim Erhitzen unter Entwickelung salpetriger Dämpfe eine gelbe Lösung.

2. Aetzendes Kali, Natron, auch Ammoniak bewirken keine Fällung, aber bei Luftzutritt eine intensiv gelbbraune bis braunschwarze Färbung unter Absorption von Sauerstoff. Bei Abschluss des Sauerstoffs erfolgt keine Färbung.

3. Die Hydrate von Kalk und Baryt zeigen, wenn auch in schwächerem Grade, dieselbe Wirkung; nach längerem

Stehen an der Luft bildet sich ein flockiger, dunkelbrauner Absatz.

4. Chlorcalcium und Chlorbarium ändern nichts.

5. Eisenchlorid bewirkt eine dunkelbraune Färbung, keine Fällung.

6. Quecksilberchlorid: nichts.

7. Salpetersaures Quecksilberoxyd giebt schon in der Kälte, trotz der stark sauren Reaction der Mischung, einen dicken, flockigen, rostbraunen Niederschlag, der beim Erhitzen sich rasch grauschwarz färbt durch Reduction von Quecksilber.

8. Neutrales essigsaures Bleioxyd: nichts.

9. Basisch essigsaures Bleioxyd giebt einen starken, flockigen, weissen Niederschlag, der sich beim Auswaschen und Trocknen etwas in's bräunlich Violette spielend färbt.

10. Salpetersaures Silberoxyd kalt für sich zugesetzt, zeigt weder Färbung, noch Fällung; beim Erhitzen färbt sich aber die saure Mischung rasch dunkel bis zum Abscheiden von metallischem Silber. Setzt man der kalten Mischung von Alcapton und Silberlösung auch nur ein wenig Aetznatron zu, so entsteht schon in der Kälte, wie mit salpetersaurem Quecksilber ein rostbrauner Niederschlag, der schon in der Kälte und ohne Mitwirkung des Lichtes rasch schwarz wird.

Wenn man etwas Silberlösung mit sehr wenig Ammoniak versetzt zu überschüssiger Alcaptonlösung zusetzt, so dass das Gemisch noch eine wahrnehmbar saure Reaction behält, so entsteht ein reichlicher, schneeweisser Niederschlag, der sich in Salpetersäure, wie in Ammoniak vollständig löst. Ich hoffte schon in diesem Niederschlage eine für die Elementar-Analyse geeignete Verbindung erhalten zu haben; als ich denselben aber im Dunkeln abfiltrirte und auswusch, trat bald eine durch Gelb, Braun in Schwarz übergehende Färbung und Reduction von Silber ein.

11. Uebermangansäure wird rasch reducirt und entfärbt.

12. Chromsäure wird in der Kälte langsam, in der Wärme rasch reducirt.

13. Beim Kochen mit Fehling'scher Lösung wird rasch Kupferoxydul ausgeschieden. Wenn man aber wenig Fehling'sche Lösung mit verhältnissmässig viel Alcapton erhitzt, so scheint das reducirte Oxydul im noch nicht oxyirten Alcapton in Lösung gehalten zu werden; es bedarf dann nur noch einmaligen Erhitzens mit etwas mehr Fehling'scher Lösung, wo dann plötzlich das ganze Oxydul ausgeschieden wird.

14. Frisch gefälltes Wismuthoxydhydrat wird beim Kochen mit Alcapton und Aetznatron nicht reducirt; die Flüssigkeit

wird hierbei zwar dunkel; auch färbt sich das Wismuthoxyd bräunlichgelb, aber wohl nur durch Verbindung mit dem veränderten braunen Producte aus dem mit Aetznatron gekochten Alcapton.

15. Mit Hefe war keine Spur von Gährung zu beobachten.

Was die Zusammensetzung betrifft, so kann ich für jetzt leider nur angeben: dass das Alcapton die vier Elemente: Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff enthält. Der Mangel an einer Verbindung, die sich zur Aequivalent-Bestimmung geeignet hätte, die viel zu geringe Menge des Materials überhaupt, machten die Ausführung der Elementar-Analyse vorläufig unmöglich. Wird nun allerdings durch diesen grossen Mangel in der Charakteristik dieses Stoffes das Interesse der theoretischen Chemie für dies Gebilde des Organismus sehr beeinträchtigt, so glaube ich doch, dass die Pathologen über den betreffenden Patienten etwas Näheres zu erfahren wünschen und führe deshalb aus dem von Herrn Geh. Hofrath Hasse mir mitgetheilten Journal das Folgende an:

L. I., 44 Jahr alt, Schuhmacher; mit Ausnahme gewöhnlicher Kinderkrankheiten gesund bis zum 20. Jahre, wo er ein typhöses Leiden bestand, nach welchem er sich aber bald wieder ganz wohl und kräftig fühlte. Erst später häufig sich wiederholender Husten mit starkem Auswurf. Sein gegenwärtiges Leiden (Juli 1857) datirt er vom Anfang des Jahres. Zuerst allgemein sich steigernde Schwäche; bald heftige, Nachts sich steigernde Schmerzen, die, im Kreuze beginnend, sich im Verlauf beider N. ischiad., besonders des rechten, fortsetzten. Gegen Ostern dehnten sie sich höher hinauf am Rücken in die Gegend der Lenden- und unteren Rückenwirbel aus und strahlten von da als Lumbo-Abdominal-Neuralgie aus. Abnahme der Kräfte und des Körpers. Patient lag meistens zu Bett und konnte nur wenige Schritte gehen. Schlaf wegen der heftigen Schmerzen nur spärlich. Durst etwas vermehrt. Appetit nur wenig gestört. Stuhlgang nur jeden 2. oder 3. Tag. Fortwährend Husten mit Auswurf. Deutlich febriler Zustand scheint bis dahin nicht vorhanden gewesen zu sein.

Zur Zeit seiner Aufnahme in das hiesige Ernst-August-Hospital — Juli 1857 — sah der Kranke in hohem Grade kachectisch und anaemisch aus; die psychischen Functionen und die Sinnesthätigkeiten in keiner Weise gestört.

Druck auf den unteren Rücken- und Lendenwirbel ist schmerzhaft, weniger Erschütterung der ganzen Wirbelsäule. Husten mit etwas purulentem Auswurf, sowie die früheren Neuralgieen bestehen fort und haben auch die unteren Intercostalnerven ergriffen. Die anfängliche Vermuthung einer Ent-

zündung des rechten Hüftgelenks erweist sich nach Untersuchung des Herrn Hofrath Baum nicht zulässig. Die beträchtliche Paralyse der unteren Extremitäten auf beiden Seiten gleich. Im Liegen können alle Bewegungen, wenn auch nur mit grosser Anstrengung, ausgeführt werden, worauf ein leichtes Zittern folgt. Der Gang ist schleppend, langsam und unsicher, aber ohne das charakteristische der gewöhnlichen Rückenmarkslähmung. Die Percussion weist einen nicht unbedeutenden Tiefstand der Leber nach. Die Auscultation lässt nur vereinzelte Rhonchi hören. Das Herz zeigt keine Abnormität. Trotz starker Anaemie keine Venengeräusche. Zunge wenig weisslich belegt; Appetit gut; Durst wenig vermehrt. Ausleerungen spärlich und selten. Was Beschaffenheit und Menge des Urins betrifft, so ist darüber schon am Eingange von mir das Wichtigste mitgetheilt; die Excretion desselben ist oft schmerzhaft und kann nur mit grosser Anstrengung geschehen, am leichtesten in horizontaler Lage. Die äussere Haut trocken, spröde; selten geringe Schweisse auf dem Gesicht. Füsse und Unterschenkel leicht ödematös. Temperatur Morgens normal, Abends sehr wenig erhöht. Puls klein, mässig frequent.

Die Diagnose wurde, jedoch nur sehr vermuthungsweise, auf ein Carcinom der Wirbelsäule gestellt.

Während seines dreimonatlichen Aufenthaltes in der Klinik änderte sich der Zustand nur unwesentlich und vorübergehend; die Beschaffenheit des Urins änderte sich nur tageweis, bald abnorm wie oben angegeben, bald hell und klar, wo dann das specif. Gewicht. bis auf 1014 herabsank.

Am 13. October wurde der Kranke auf seinen Wunsch entlassen. Noch immer auf seine Rückkehr in die Klinik hoffend, schob ich die Veröffentlichung meiner Untersuchungen, ihre Vervollständigung wünschend, bis jetzt auf.

Durch gütige Vermittelung des Hrn. Geh. Hofrath Hasse habe ich jetzt erfahren, dass der Kranke nach jetzt bald zwei Jahren noch in demselben Zustande lebt und eine mir zugekommene kleine Quantität des Urins zeigt noch ganz dasselbe merkwürdige Verhalten, wie früher.

Ich versuchte jetzt, wie sich dieser Harn bei der inzwischen von Brücke uns gegebenen schönen Methode der Zuckerprobe verhalten würde: 200 C. C. wurden mit 800 C. C. Alkohol gemischt; es entstand nur ein unwesentlicher flockiger Niederschlag. Die filtrirte schwach saure Mischung wurde mit alkoholischer Kalilösung stark alkalisch gemacht. Es war ganz frappant zu sehen, wie die vorher fast farblose Flüssig-

keit beim Zugiessen der Kalilösung nicht etwa gelb oder gelbbraun, sondern nach einmaligem Umschütteln pechschwarz wurde, mit einem Stich in's Bräunliche. Als nach 24 Stunden die klare aber noch dunkelbraun gefärbte Flüssigkeit von dem reichlich am Boden haftenden schwarzbraunen zähen Absatze abgegossen und der Absatz in wenig Wasser gelöst war, zeigte sich, dass derselbe nicht blos Fehling'sche Lösung, sondern auch Wismuthoxyd reichlich reducirte. Da ich also hier im Absatze eine Mischung von Alcapton-Kali mit Zucker-Kali vermuthen musste, und der ziemlich reichliche Absatz eine weitere Verfolgung gestattete, so versetzte ich die wässrige alkalische Lösung des Absatzes mit etwas überschüssiger Weinsäure, um das Kali zu entfernen, darauf digerirte ich die vom Weinstein abfiltrirte Flüssigkeit zur Entfernung der überschüssigen Weinsäure mit frisch gefälltem kohlensaurem Baryt und stellte die noch einmal filtrirte Flüssigkeit mit Hefe zur Gährung hin. Es trat bald eine deutliche Entwickelung von Kohlensäure und Fällung von kohlensaurem Kalk aus dem vorgelegten klaren Kalkwasser ein.

Der Urin des Kranken enthielt also gährungsfähigen Zucker und zwar in ungewöhnlich grosser Menge — wenn auch weit entfernt von ächtem Diabetes — und Alcapton. Wie schon bei der Gewinnung des Alcaptons aus dem Harn des Kranken angegeben ist, wird das Alcapton durch basisch essigsaures Bleioxyd gefällt, der Zucker aber nicht; erst wenn man der Flüssigkeit, die durch Bleiessig nicht mehr gefällt wird, Ammoniak zusetzt, so wird auch Zucker mit Bleioxyd verbunden gefällt.

Da es nun sehr zweifelhaft ist, ob es mir noch gelingt, weiteres Material zur weiteren Untersuchung zu erhalten, so schliesse ich vorläufig diesen Bericht, um die Aufmerksamkeit in weiteren Kreisen auf diesen merkwürdigen Stoff zu lenken und so vielleicht seine Bedeutung für die Pathologie zu enträthseln.

3. Ein neuer Beitrag zur Kenntniss des Eiters.

Durch die Güte des Herrn Hofrath Baum empfing ich im Februar d. J. fast ein Liter eines sehr reinen und frischen Eiters, der zur Ermittelung der quantitativen Zusammensetzung eines — wenn man so sagen darf — normalen gutartigen Eiters ein vortreffliches Material darbot. Hr. C. Giesecke, stud. medic., führte die folgenden Versuche grösstentheils aus.

Der Eiter entstammte einem später geheilten Congestions-Abscesse an der rechten Hüfte eines sonst gesunden Mannes.

1. Das Ansehen war rahmähnlich, dicklich, blass gelblich; ohne allen unangenehmen Geruch; schwach alkalisch.

2. Das specif. Gewicht des unveränderten Eiters war 1022.

3. Zur Bestimmung des Wassergehaltes wurden 4,662 Gramm gemengt mit einer reichlichen Menge grob gestossener Glasscherben bei 120° C. bis zum constanten Gewicht eingetrocknet*). Der hiebei gebliebene Rückstand wog 0,524 Gr. Hienach enthielt der Eiter 88.76 % Wasser und 11,24 % feste Bestandtheile.

Obgleich das Blutserum gewöhnlich nicht über 10 % feste Stoffe enthält, und der Eiter also über 11 %, so ist doch das specif. Gew. des Blutserum's — 1028 —, doch höher als das des Eiters — 1022. Offenbar ist dies niedrige specif. Gew. des Eiters die Folge seines Reichthums an Fetten und fettähnlichen Stoffen (Cholestearin).

4. Wenn man den Eiter mit Essigsäure versetzte, so schieden sich lange Fäden und Fetzen von Schleimgerinnseln aus, die sich auch in überschüssiger Essigsäure nicht lösten, dabei klärte sich die Flüssigkeit und wurde leicht filtrirbar.

Aber auch ohne Zusatz von Essigsäure liess sich von einem Theile des unvermischten Eiters eine gute Quantität klares Eiterserum abfiltriren.

In diesem klaren Eiterserum gab kalte Essigsäure zwar auch einen Niederschlag, aber derselbe löste sich in überschüssiger Essigsäure wieder auf; es war also nur ein Proteinstoff. Um zu beweisen, dass es kein Casein war, was hier durch kalte Essigsäure gefällt wurde, stellten wir zwei Proben

---

*) Solche Austrocknungen bis zum constanten Gewicht von Milch, Blut, Eiter u. dergl. sind bekanntlich durch zwei Umstände oft sehr langwierig und langweilig: einerseits durch die Schwierigkeit, mit der die inneren Lagen austrocknen, andererseits durch die sehr hygroskopische Beschaffenheit solcher eingetrockneter Massen, die, wenn sie nicht vor der Feuchtigkeit der Luft geschützt gewogen werden, auf der Waage fortwährend schwerer werden. Gegen die erste Schwierigkeit bietet die Beimengung grobgestossener Glasscherben ein gutes Mittel, besser als feingepulverter Gyps, Schwerspath oder dergl.; gegen die zweite Unannehmlichkeit kann man sich leicht ohne Umstände schützen, wenn man zum Austrocknen Glasschaalen (mit verticaler Wand) wählt, deren oberer Rand ganz eben, aber matt geschliffen ist; um das Ganze nicht zu schwer zu machen, bedeckt man die Glasschaale, so wie sie aus dem Luftbade genommen wird, mit einer Glasscheibe aus gewöhnlichem dünnen Fensterglas, so geschnitten, dass sie nur ganz wenig über den Rand der Abdampfschaale vorragt; sie ist auf der einen Seite eben und matt geschliffen und liegt mit dieser auf der Schaale und bietet einen ganz genügenden Verschluss während der Wägung. Oben auf die glatte Seite schreibt man mit einem Diamant das Gewicht von Schaale und Deckel.

des filtrirten Eiterserums bei 40° C. hin, der einen Probe wurden ein paar Stückchen Lab zugesetzt, der anderen nichts; in einem dritten Gläschen befand sich Wasser mit ein wenig Milch versetzt und ebenfalls etwas Lab enthaltend. Nach zwei Stunden zeigte sich in dem dritten Gläschen deutliche Coagulation des Caseins in compacten Klumpen um die Labstückchen herum; in den beiden ersten schwammen ein paar Flöckchen, in dem einen, wie im anderen mit wie ohne Lab; es waren also nur Albuminflöckchen.

Die völlige Löslichkeit des durch kalte Essigsäure zuerst entstehenden Niederschlages in überschüssiger Essigsäure zeigt, dass der Schleim im Eiterserum nicht wirklich gelöst, sondern nur aufgequollen vorhanden war, so dass er vollständig abfiltrirt werden konnte.

Pyin war also auch nicht vorhanden; denn es wird durch Essigsäure bleibend gefällt.

Chlorrhodinsäure war nicht zu entdecken; Chlor gab keine Spur von Röthung zu erkennen, sondern nur weisse flockige Fällung von Albumin.

Nachdem der Eiter mit etwas Essigsäure angesäuert, aufgekocht und filtrirt war, war auch hier mit Chlorwasser keine Chlorrhodinsäure zu entdecken. In der durch Abdampfen auf dem Wasserbade concentrirten Flüssigkeit gab salpetersaures Quecksilberoxyd einen stark flockigen Niederschlag, der auf nichts anderes als Glutin zu beziehen war. Auf Zucker und Harnstoff wurden besondere Prüfuugen angestellt, aber mit negativem Resultate; dagegen war das vorhandene L e u c i n leicht an seiner charakteristischen Krystallisation unter dem Mikroskop zu erkennen.

5. Zur Bestimmung der Quantität der unorganischen Stoffe wurden 5,318 Gr. Eiter in einer Platinschaale eingetrocknet und verbrannt. Die Asche wog 0,053 Gr. Danach enthält der Eiter 1,125 % unorganische Stoffe.

Wie die Untersuchung ergab, war das meiste Chlornatrium; ausserdem fand sich reichlich kohlensaures Natron, vom zersetzten Natron-Albuminat herrührend, wenig Phosphate von Natron, etwas Magnesia und sehr wenig Kalk; ausserdem noch eine sehr geringe Menge schwefelsaures Kali und Spuren von Eisenoxyd.

6. 25 Gramm Eiter wurden mit Wasser verdünnt und mit sehr wenig verdünnter Essigsäure aufgekocht; das Coagulum aus Albumin, Schleim, Eiterkörperchen, Cholestearin und Fett bestehend, wurde abfiltrirt, ausgewaschen und bei 120° C. getrocknet. Es wog 2,342 Gr.; hienach beträgt die Summe dieser gemengten Bestandtheile 9,37 %.

7. 100 Gr. Eiter wurden mit Glasscherben im Wasserbade völlig ausgetrocknet, dann fein gepulvert und mit Aether erschöpft. Die filtrirten ätherischen Auszüge wurden bis auf einen kleinen Rest abdestillirt und die nun stark concentrirte Lösung in einer gewogenen Glasschaale zum Verdunsten hingestellt. Schon beim Erkalten füllte sich die Schaale durch und durch mit einer reinen schönen Krystallisation von Cholestearin; von Nadeln der Cerebrinsäure war weder jetzt, noch später eine Spur unter dem Mikroskope zu entdecken. Erst mit dem Verdunsten des letzten Aethers schied sich verhältnissmässig wenig halbfestes Fett aus.

Bei 120° C. getrocknet wog dies mit etwas neutralem Fett gemengte Cholestearin 1,089 Gr.

Durch Oxydation dieses Fettes, indem es gemengt mit kohlensaurem Natron und Salpeter in einen glühenden Platintiegel in kleinen Portionen eingetragen wurde, Auflösen in Wasser und Versetzen mit Bittersalz, Salmiak und Ammoniak, war kein Phosphor in dem Eiterfette zu entdecken.

8. 10 C. C. filtrirtes Eiterserum gab nach Zusatz von ein paar Tropfen Essigsäure beim Kochen 0,438 Gr. bei 120° getrocknetes Albumin; also 4,38%.

9. In dem aus 8. erhaltenen Filtrate (incl. Waschwasser) liess sich der Chlorgehalt direct mit Silberlösung und chromsaurem Kali titriren: es fand sich, dass 10 C. C. Eiterserum 0,036 Gr. Chlor enthielten, dies entspricht 0,36% Chlor oder 0,593% Chlornatrium.

10. 10 C. C. filtrirtes Eiterserum lieferten verdampft und verbrannt 0,091 Gr. Asche, also entsprechend 0,91% unorganischer Stoffe, die im Eiterserum gelöst sind; worunter also das Chlornatrium $^2/_3$ des Ganzen ausmacht.

11. Aus der Combination von 5. und 10. ergiebt sich, dass von der Gesammtmenge der unorganischen Stoffe des Eiters = 1,125% in gelöster Form im Serum 0,91%, in ungelöster Form aber, also in Verbindung mit den festen Gebilden im Eiter, 0,215% (Phosphate von Magnesia, Kalk und Eisen) vorhanden waren.

Als Gesammt-Resultat ergiebt sich hienach folgende Zusammensetzung für den, so zu sagen, normalen Eiter:

88,76 Gr. Wasser		10,115 Gr. Organische Stoffe
11,24 Gr. feste Stoffe	=	1,125 Gr. Unorganische Stoffe
100,00 Gr. Eiter.		11,24 Gr. feste Stoffe.

4,38	Albumin, im Serum gelöst;
4,65	Schleim, Eiterkörperchen, nebst wenig Leucin, Glutin;
1,09	Cholestearin mit etwas neutralem Fett;
0,59	Chlornatrium;
0,32	Natron des Natronalbuminates, wenig Natronphosphat, sehr wenig Kalisulfat;
0,21	Phosphate von Magnesia, Kalk und Eisen;
88,76	Wasser;
100,00	Eiter.

4. Ueber die verschiedene Zusammensetzung des Inhaltes zweier Ovarien-Cysten.

Wenn auch die Zusammensetzung des flüssigen Inhaltes von Ovarien-Cysten erst wenig analytisch verfolgt ist, so würde ich doch kaum wagen, diese beiden sehr unvollständigen Analysen mitzutheilen, wenn ihr Interesse nicht dadurch besonders gesteigert würde, dass einerseits die pathologisch-anatomische Seite dieser zwei Cysten, die auf demselben Boden erwachsen waren, aber sich in sehr verschiedenen Entwickelungsstadien befanden, von Hrn. Dr. Spiegelberg bereits an einem andern Orte ausführlich dargestellt ist, und dass andererseits hier in gewisser Weise vergleichbar der junge und der alte Zustand vor uns liegen. Ohne also auf Anderes einzugehen, will ich hier nur das Chemische kurz anführen und bemerken, dass unter der alten Cyste, I, eine lange bestandene in Entzündung übergehende und unter der jungen Cyste, II, eine von offenbar viel jüngerer Entstehung und nicht entzündete gemeint ist. Im Uebrigen verweise ich auf die betreffende Abhandlung meines Collegen. Die folgenden Analysen wurden fast nur von Herrn E. Ehlers, stud. medic., ausgeführt.

I. Die Flüssigkeit der alten Cyste.

Die Farbe war hell weingelb, sie war klar, schwach alkalisch, nicht fadenziehend, sondern von einer dem Blutserum ähnlichen Consistenz; ihr specif. Gewicht war 1009; also ganz ähnlich, wie es sich nicht selten bei hydropischen Ascites-Transsudaten (1005—1012) findet.

5 C. C. verdunstet und bis zum constanten Gewicht bei 120° getrocknet gaben 0,2885 Gr. festen Rückstand.

Demnach enthielt diese Flüssigkeit 5,77% gelöste feste Stoffe und 94,23% Wasser.

Wie die qualitative Untersuchung ergab, bestanden diese

festen Stoffe ausser einer kleinen Menge Chlornatrium fast nur in Albumin.

Schleim war nur in Spuren vorhanden; denn beim Vermischen mit concentrirter Essigsäure klärte sich die anfangs schwach gefällte Flüssigkeit bis auf ein paar unwägbare Flöckchen fast vollständig auf.

Unter den Extractivstoffen, die nach Entfernung des Albumins übrig blieben in der Lösung, fand sich nach hinlänglicher Concentration auf dem Wasserbade Glutin oder ein ihm sehr ähnlicher Stoff, in geringer Menge; ferner war Leucin sehr deutlich zu erkennen. Ammoniak fand sich ebenfalls sehr merklich. Dagegen ergaben die besonders angestellten Proben auf Harnstoff, Zucker und Tyrosin nur negative Resultate.

II. Die Flüssigkeit der jungen Cyste.

Ihre Farbe war bräunlich rothgelb (ob durch etwas Blut?); ganz auffallend verschieden war sie schon in ihrer Consistenz von der vorigen; sie war dick schleimig, fadenziehend; ihr specif. Gewicht betrug 1049; ihre Reaction war schwach alkalisch.

5 C. C. derselben verdunstet und bei 120° C. getrocknet, gaben 1,0325 Gr. festen Rückstand. Dies entspricht der ungewöhnlich hohen Zahl von 20,65% an festen Stoffen.

Das ungewöhnlich hohe specif. Gewicht dieser Flüssigkeit — wenn man von diabetischem Harn absieht, wohl die höchste Zahl, die je für das specif. Gewicht einer Flüssigkeit direkt dem menschlichen Körper entstammend, gefunden ist — liess zwar schon ungewöhnlich viel feste Stoffe erwarten; aber diese hohe Procentzahl an festen Stoffen forderte doch eine Bestätigung: die desshalb vorgenommene zweite Bestimmung ergab:

5 C. C. Flüssigkeit lieferte 1,049 Gr. festen Rückstand, bei 120° C. getrocknet; wonach die festen Stoffe 20,98% betragen.

Als Mittel aus beiden Bestimmungen findet sich, dass die festen Stoffe 20,81% betragen.

Diese festen Stoffe bestanden hauptsächlich aus Albumin und Schleimstoff. Die Trennung und quantitative Bestimmung dieser beiden scheiterten an der nicht durchzuführenden richtigen Filtration, gleichviel ob man versuchte kalt durch überschüssige starke Essigsäure nur den Schleim zu fällen und das Albumin in Lösung zu filtriren, oder ob man direkt durch Filrtation das gelöste Albumin vom Schleim zu trennen versuchte.

Essigsäure fällte ein dickes Gerinnsel, gemengt aus käsig flockigem Albumin in den charakteristischen langen Fäden des Schleims; stark überschüssige Essigsäure hielt das Albumin in Lösung, die Schleimfäden allein blieben übrig; eine ähnliche Fällung bewirkte Alkohol.

Nachdem Schleim und Albumin so gut als möglich abgeschieden waren, liess sich in der verdampften Flüssigkeit die Anwesenheit folgender Stoffe nachweisen:

1. Leucin war zwar noch deutlich zu erkennen, aber es war hier unverkenubar in viel geringerer Menge vorhanden, als in der Flüssigkeit der alten Cyste.

2. Für Ammoniak gilt dasselbe; es waren hier nur Spuren von Ammoniak zu entdecken.

3. Harnstoff, der oben in I nicht zu finden war, war hier unzweifelhaft vorhanden.

Zucker und Tyrosin waren auch hier nicht aufzufinden.

Wir sehen bei der Vergleichung der beiden Flüssigkeiten die Veränderungen ziemlich deutlich ausgedrückt, welche der flüssige Inhalt dieser Cysten mit der Zeit erleidet: vor allem auffallend ist die anfangs so beträchtliche Aussonderung einer sehr concentrirten Lösung von Schleimstoff und das nachherige fast vollständige Verschwinden desselben. Was wird aus demselben? wird er innerhalb der Cyste zersetzt und die Zersetzungsproducte resorbirt? oder wird er zur Bildung fester Gewebselemente verbraucht?

Das Verschwinden des Harnstoffs und das dagegen später zunehmende Ammoniak nöthigt uns wohl hier ein Zerfallen des Harnstoffs in kohlensaures Ammoniak zuzulassen. Die merkliche Zunahme des Leucins lässt sich mit einer langsam fortschreitenden Zersetzung von Albumin wohl in Einklang bringen, wobei auch wohl noch Ammoniak frei werden möchte.

5. Künstliche Darstellung von Zucker aus stickstoffreichen Geweben des menschlichen Körpers.

Schon im Sommer 1854 fand ich, dass nicht blos die hauptsächlich aus Chitin gebildeten Flügeldecken der Maikäfer, nachdem sie zuvor mit verdünntem Aetznatron und danach mit verdünnter Salzsäure ausgekocht waren, sondern auch hyaliner Knorpel, gleichviel ob Kehlkopfknorpel von Kälbern oder Rippenknorpel von Menschen, (die ebenfalls zuerst durch Auskochen mit verdünnter Salzsäure gereinigt waren,) wenn sie mit concentrirter Salzsäure oder wenig verdünnter Schwefelsäure, oder mit Chlorzink gekocht werden, eine braungelbe

Flüssigkeit liefern, die alkalisch gemacht, beim Kochen mit Fehling'scher Lösung eine sehr reichliche Reduction von Kupferoxydul bewirkt. Zur weiteren Verfolgung dieser interessanten Entdeckung veranlasste ich damals Herrn Dr. medic. C. Ritter, wobei ich als Aufgabe bezeichnete, zu entscheiden, ist es wirklicher Zucker, der hier entsteht oder was sonst für eine Substanz, die als Träger dieser reducirenden Eigenschaft zu betrachten ist?

Es gelang uns aber damals weder die Darstellung oder Nachweisung von gährungsfähigem Zucker, noch die Isolirung einer andern reinen Substanz, welche als Träger jener reducirenden Eigenschaft zu betrachten gewesen wäre. Nachdem ich später selbst noch einige Versuche in dieser Richtung angestellt hatte, glaubte ich meine frühere Hoffnung, Zucker aus dem Knorpel und Chitin dargestellt zu haben, aufgeben zu müssen, und weil ich nie eine stickstofffreie reducirende Substanz erhalten konnte, den Stickstoff als ihr zugehörig ansehen zu müssen. Um dies Produkt bezeichnen zu können nannte ich es Chondroidsäure.

Im vorigen Wintersemester veranlaste ich Hrn. G. Fischer, stud. medic., die Untersuchung noch einmal in anderer Weise aufzunehmen. Wir waren diesmal glücklicher als früher; gelang es auch noch nicht die reducirende Substanz frei von stickstoffhaltigen Beimischungen zu erhalten, so erhielten wir doch eine syrupartige Flüssigkeit, von süsslichem Geruch und Geschmack, (freilich mit einem unangenehmen Beigeschmacke,) welche nicht blos die Oxyde von Kupfer, Wismuth und Silber beim Kochen mit Aetznatron reducirte, sondern auch mit Hefe wirklich in Gährung überging.

Die Wichtigkeit, welche diese erste gelungene Darstellung von gährungsfähigem Zucker aus Knorpel für Physiologie und Pathologie hat, speciell für die Frage, ob sich im Organismus aus Proteinstoffen und leimgebenden Geweben Zucker bilden kann, veranlasst mich vorläufig diese kurze Notiz zu veröffentlichen; das Nähere wird Herr G. Fischer demnächst mittheilen. Nachdem es nun aber gelungen ist, gährungsfähigen Zucker zu erhalten, gebe ich die Chondroidsäure als eigenthümliche Substanz gern auf und glaube, dass sie ein wohl schwer zu trennendes Gemenge einer stickstoffhaltigen glutinähnlichen Substanz mit einem Umwandlungsproducte des Zuckers war, der durch zu starke Einwirkung der Mineralsäure seine Gährungsfähigkeit verloren hatte, aber noch starke Kupferreduction zu bewirken vermochte. Dampft man Zucker mit

starker Salzsäure auf den Wasserbade zur Trockne ein, so zeigt der zähe braune Rückstand diese beiden Eigenschaften: stark reducirend, aber nicht gährungsfähig.

6. Zur Kenntniss der Bestandtheile der Milz.

Die wachsende Bedeutung des Inosits für den Stoffwechsel in den vegetabilischen, wie animalischen Organismen und zunächst sein von Cloëtta behauptetes, von v. Gorup-Besanez nicht beobachtetes Vorkommen in der Milz war die ursprüngliche Veranlassung dieser Untersuchungen. Als sich drei meiner Practicanten gleichzeitig mit Untersuchung der Milz nach verschiedenen Methoden beschäftigten, ergab sich doch übereinstimmend, dass eine einzige Ochsenmilz genügt, um eine schöne Krystalldruse von schneeweissen Inositkrystallen zu erhalten. Die Methode der Darstellung war im Wesentlichen nur die bekannte, die sich auf die Fällung des Inosits durch Bleiessig stützt.

Was aber eigentlich in diesen Zeilen in Betreff der Milz mitgetheilt werden sollte, ist nicht das auch schon anderweitig bestätigte Vorkommen des Inosits in der Milz, sondern vielmehr das Vorkommen des Cholestearin's in der Milz und zwar dessen ganz merkwürdiges Erscheinen im wässrigen Milzauszuge.

Wenn man nämlich die möglichst fein zerhackte Ochsenmilz bei 30—40° C. mit reinem Wasser tüchtig durchknetet und auspresst, so erhält man einen deutlich sauer reagirenden Auszug, der beim Aufkochen, unter Coagulation einer reichlichen Menge von Albumin, sich sehr schön klärt und sehr leicht völlig klar filtriren lässt.

Auch nach dem Erkalten lässt sich nichts von irgend einer Ausscheidung darin bemerken.

Setzt man nun zu diesem noch immer kräftig sauer reagirenden Filtrate in der Kälte nur ein wenig Essigsäure, oder auch Salzsäure, so entsteht ein flockiger, weisser Niederschlag, der auch im Ueberschuss der Essigsäure nicht löslich ist, also kein Albumin ist. Nach dem Abfiltriren und Trocknen schrumpft der zarte weisse Schlamm auf dem Filter zu einer dünnen fest am Filter klebenden gelbbraunen leimartigen Schicht zusammen, ähnlich wie das durch Essigsäure gefällte Pyin aus manchem Eiter. Das trockene Filter wurde mit Aether erschöpfend ausgezogen, und der Aether verdunstet. Aus der hinlänglich concentrirten Flüssigkeit schied sich in allen drei Fällen eine schöne Krystallisation von Cholestearin aus; erst

beim völligen Verdunsten des letzten Aethers schied sich auch etwas halbfestes Fett aus. Lässt man aber den Aether rasch verdunsten oder hat man Aether-Weingeist statt reinen Aethers zum Ausziehen angewandt, so erhält man gewöhnlich nur ein undeutlich krystallinisches Gemenge, worin wohl Mancher kein Cholestearin erkennen würde.

Wie können nun die paar Tropfen verdünnter Essigsäure in der bereits von selbst deutlich sauren klaren Flüssigkeit kalt zugesetzt die Ausscheidung von Fett und Cholestearin bewirken? Eine Zersetzung anzunehmen, das widerstrebt doch zu sehr allen Voraussetzungen. Es bleibt also nichts übrig, als eine äusserst feine emulsive Suspension dieser Stoffe in der Milzflüssigkeit anzunehmen, so fein, dass auch das sonst so bedeutende Klärungsvermögen des gerinnenden Eiweiss nicht genügt hat, um sie aus der Flüssigkeit zu entfernen; wogegen der durch die wenige Essigsäure gefällte Stoff im Moment seiner Ausscheidung allerdings im Stande ist, diese unsichtbar fein suspendirten oder emulsionirten Cholestearin- und Fett-Partikelchen zu umhüllen und in fester Form auszuscheiden.

Es mag hier nur noch hinzugefügt werden, dass dieser Niederschlag nur zum kleinsten Theile in Aether löslich ist. Nach Entfernung des Cholestearins und des Fettes durch Aether, (wobei auch eine sehr geringe Menge eines den ersten Aether röthlich färbenden Farbstoffes mitgelöst wird,) bleibt eine in Essigsäure, verdünnter Salzsäure und in Alkohol unlösliche, indifferente stickstoffreiche Substanz zurück auf deren Besprechung ich aber nicht eher näher eingehen mag, bis mehr Material mir weitere Verfolgung des Gegenstandes gestattet hat.

Um den Inosit zu erhalten wurde die mit Essigsäure gefällte und filtrirte Flüssigkeit zuerst mit neutralem essigsauren Bleioxyd gefällt, um wenig Schwefelsäure und viel Phosphorsäure vorher zu entfernen, worauf die abfiltrirte Flüssigkeit mit basisch essigsauren Bleioxyd ausgefällt wurde; der abfiltrirte und ausgewaschene Niederschlag wird in reinem Wasser suspendirt und mit Schwefelwasserstoff zerlegt. Die vom Schwefelblei abfiltrirte Inositlösung wird auf dem Wasserbade bis zur Syrupsdicke verdampft, dann mit kaltem starken Alkohol innig gemischt und unter fleissigem Durchschütteln kurze Zeit gekocht und heiss filtrirt. Nach 24 Stunden findet man in der gelben alkoholischen Flüssigkeit eine Krystallisation von Inosit, die durch Abspülen mit kaltem Alkohol leicht von der anhängenden gelben Lauge befreit und nach dem Abtrocknen auf Fliesspapier rein weiss erhalten wird.

Da sich mir gerade Gelegenheit bot, die Milz einer hier hingerichteten Verbrecherin im frischen Zustande zu untersuchen, so benutzte ich das Material sogleich und fand, dass die menschliche Milz, wie die Ochsenmilz, ausser Hypoxanthin, auch Inosit enthält, und ferner, dass der wässrige saure Auszug nach Coagulation und Entfernung des gelösten Albumins mit kalter Essigsäure ganz wie oben von der Ochsenmilz angegeben ist, einen weissen fein flockigen Niederschlag giebt, der nach dem Trocknen durch Aether in sich lösendes Cholestearin mit etwas Fett (und sehr wenig Farbstoff) und in einen in Aether, Alkohol und Essigsäure sich nicht lösenden stickstoffreichen indifferenten Stoff zerlegt wird.

Ein ungewöhnlicher Fall von Missbildung am weichen Gaumen.

Von

Dr. **Wolters** in Göttingen.

(Hierzu Taf. IV.)

Bei Gelegenheit einer Untersuchung von Angina tonsillaris an einem etwa 22jährigem Handwerker kam mir vor Kurzem eine wohl nicht gerade unter die gewöhnlicheren Abnormitäten zu zählende Bildungsanomalie des weichen Gaumens zu Gesicht, von der die nachfolgende kurze Beschreibung im Interesse der pathologischen Anatomie vielleicht nicht ganz unerwünscht sein möchte.

Während bekanntlich unter normalen Verhältnissen die Tonsillen gewöhnlich fast vollständig in der Nische, welche jederseits durch die Arcus glosso- und pharyngo-palatini gebildet wird, mit Ausnahme eines kleinen Theils ihres inneren Umfanges, mit dem sie medianwärts über den innern Rand des Arcus glosso-palatinus hervorzuragen pflegen, versteckt liegen, gewährten sie im vorliegenden Fall zu meiner grössten Ueberraschung dem Auge den Anblick ihrer ganzen vorderen Fläche, vor welcher nur ein schräg von oben und innen, von der Uvula ausgehender, nach unten und aussen, an dem Seitenrand der Zungenwurzel angehefteter Strang ausgespannt war. Im ersten Augenblicke dachte ich daran, dass möglicherweise eine vorhergegangene, in Folge ulceröser Prozesse, angewandter Aetzmittel oder anderer mechanischer Eingriffe herbeigeführte Zerstörung der vorderen Gaumenbogen (die hinteren befanden sich in ihrer normalen Integrität) die Mandeln in dieser Weise blosgelegt hätte; doch überzeugte mich sofort, abgesehen von der durchaus symmetrischen Anordnung auf beiden Seiten, eine genauere Betrachtung, wie auch die angestellte Anamnese von der Grundlosigkeit meiner ursprünglichen Vermuthung; denn weder waren auch nur die

geringsten Spuren von Vernarbungen aufzufinden, noch auch wusste sich Patient nur irgend eines früheren Leidens an den in Frage stehenden Partien zu erinnern, ja er hatte bis zum gegenwärtigen Augenblicke nicht einmal eine Ahnung von dem ungewöhnlichen Zustande derselben gehabt. Demnach blieb also nichts übrig, als in dem Fehlen der vorderen Gaumenbogen einen Mangel ursprünglicher Bildung anzunehmen, was denn in der That auch wohl nicht weiter in Frage zu ziehen ist. Die beiden oben erwähnten, von der Uvula zum Seitenrand der Zungenwurzel herabsteigenden strangartigen Gebilde waren aber nichts Anderes, als die isolirten Musculi palato-glossi. Uebrigens bot der Gaumen weiter nichts Bemerkenswerthes ausser etwa einer in der Mittellinie des weichen Gaumens bis zur Spitze der Uvula herablaufenden, wenn auch nur schwach angedeuteten Rhaphe.

Dies Wenige mit Hinzuziehung der hierneben beigefügten, von einem hiesigen Künstler angefertigten, sehr getreuen Zeichnung, denke ich, wird auch ohne weitere Erläuterung derselben hinreichen, dem sachverständigen Beschauer mit Leichtigkeit ein klares Bild von der in Rede stehenden Anomalie zu gewähren. Indessen will ich es nicht unerwähnt lassen, dass so wenig in Betreff des Schlingens, wie der Sprache physiologische Störungen zugegen waren.

Ueber Bleivergiftungen durch Schnupftabak.

Von

Wilh. Wicke.

Zu den in der letzten Zeit bekannt gewordenen Fällen über Bleivergiftungen durch Schnupftabak hat kürzlich Dr. Alfter, königl. Badearzt zu Bad Oeynhausen, in „der Medicinischen Zeitung, herausgegeben von dem Verein für Heilkunde in Preussen“ No. 10 und 11 einen neuen derartigen Fall hinzugefügt. Wir können hier die Phänomenologie der Krankheit übergehen. Die heftigen Kolikanfälle des Patienten erweckten zuerst den Verdacht, dass eine Bleivergiftung vorliege. Indessen konnte keine andere Quelle für das Gift aufgefunden werden, als der von dem Kranken in reichlicher Menge consumirte Schnupftabak. Sieben Jahre lang hatte der Patient immer dieselbe Sorte geschnupft. Hr. Apotheker Th. Höckel untersuchte darauf den Schnupftabak und bestimmte die darin enthaltene Bleimenge zu $2\frac{1}{2}$ p. C. (metallisches Blei.) Höckel meint, dass dem Tabak wahrscheinlich eine Bleisauce zugesetzt worden sei.

Den in Bleifolie zum Versand kommenden Schnupftabak habe ich stets bleihaltig gefunden. Je länger derselbe gelegen, um so grösser der Bleigehalt. Sorten, die in Gläsern oder Krügen verschickt werden, fand ich entweder bleifrei oder sie enthielten nur höchst unbedeutende Mengen, die durch die Waage nicht hätten bestimmt werden können.

Die ordinären Sorten Schnupftabak sind fest gepresste, länglich viereckige Kuchen, die zunächst mit einer Bleifolie umwickelt sind und noch eine doppelte Umhüllung von Papier haben. Aussen meistens dickeres blaues Packpapier, darunter feineres, oft gelb gefärbtes. Bei der Enthülsung findet man das innere Papier meistens sehr feucht, das Blei oberflächlich oxydirt, an manchen Stellen aber stark zerfressen. Diese Stellen vorzugsweise haben eine Kruste eines weissen Salzes. Auch das Papier, selbst hin und wieder das

äussere blaue, zeigt weisse kreideartige Punkte. Endlich sieht der Kuchen, besonders nach dem Trocknen, von einem weissen körnigen Salzanfluge wie beschimmelt aus. Diese weisse Substanz ist in allen Fällen k o h l e n s a u r e s B l e i o x y d.

Die Aufbewahrung des Schnupftabaks in feuchten Lokalitäten, namentlich in Kellern muss sehr viel zu seiner Vergiftung beitragen. Die von mir untersuchten Sorten enthielten noch über 42 p. C. Feuchtigkeit. Der Tabak als humose Substanz ist eine Quelle für Kohlensäure, abgesehen davon, dass in Kellern ohnedies die Luft reicher an Kohlensäure als gewöhnlich sein kein. Feuchtigkeit in Verbindung mit Kohlensäure müssen natürlich das Blei angreifen. Von der Feuchtigkeit wird das entstandene kohlensaure Bleioxyd in den Kuchen selbst eingeführt. Dass dies der Weg, den das Salz nimmt, wirklich sei, dafür spricht die Beobachtung, dass je weiter von der Oberfläche entfernt der Kuchen um so weniger bleihaltig ist.

Die Analyse ergab für die innere Masse 0,951 p. C. kohlensaures Bleioxyd, für die äussere Rinde 2,743 p. C.; während das mit der Bleifolie unmittelbar in Berührung gewesene Papier 1,638 p. C. ergab.

Die Bleifolie ist freilich auf einer Seite verzinnt. Allein das ist nur ein ungenügender Schutz; vollends eine überflüssige Vorsicht, wenn, wie ich es mehrfach beobachtete, durch unachtsame Verpackung der Zinnbeleg nach aussen gekommen ist. Aber wenn das auch nicht, das Zinn wird doch durchfressen und eine freie Communication zwischen allen Theilen hergestellt. Dass von der Bleiverpackung der Schaden herrührt, sieht man auch daran, dass an den Kanten des Kuchens, wo die Berührung mit der Hülle am vollständigsten war, der Ansatz von kohlensaurem Bleioxyd auch stets am stärksten ist.

Bei der Vergiftung durch bleihaltigen Schnupftabak mag allerdings die Resorption mitwirken, ich glaube aber, dass sie namentlich auch vom Magen aus geschieht. Es ist ja bekannt, dass bei Schnupfern sehr oft der Gaumen mit Schnupftabak belegt ist. Es werden also immer auch kleine Mengen des kohlensauren Bleioxyds in den Magen gelangen. Dabei kann die Art des Schnupfens, das heftigere oder gemässigtere Einziehen der Prise ebenfalls von Einfluss sein.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

Ueber Thrombose der Hirn-Sinus.

Von

Prof. **Th. von Dusch** in Heidelberg.

Ein in der hiesigen Poliklinik im Laufe dieses Jahres zur Beobachtung gekommener Fall von Thrombusbildung im Sinus longitudinalis superior, sowie einige von Dr. Gerhard in der deutschen Klinik vor einiger Zeit mitgetheilte Fälle ähnlicher Art waren die Veranlassung zu dieser Arbeit.

Georg Schäfer, $^3/_4$ Jahre alt, kam den 13. Januar 1858 in poliklinische Behandlung. Das Kind ist wohlgenährt und trinkt an der Brust. Seit dem 6. wurde von den Eltern eine furunkelartige Entzündung im obern Dritttheile der Vorderseite des rechten Oberschenkels bemerkt. Bei der Untersuchung fand sich eine ausgebreitete Verhärtung und Anschwellung des Unterhautzellgewebes an der vordern und äussern Seite des Oberschenkels, welche sich bis zum Knie herab erstreckte. Die Haut über derselben war dunkel geröthet, und an einzelnen Stellen wurde bereits eine undeutliche Fluctuation wahrgenommen. Das Kind war sehr unruhig, hatte vielen Durst und fieberte lebhaft. Das Saugen an der Brust, von der es noch einen Theil seiner Nahrung erhielt, war ungestört. Ordinat. Cataplasmen. Am 15. traten vorübergehend allgemeine convulsivische Zufälle ein, bei fortdauernder lebhafter Fieberbewegung. Der grössere Theil der entzündlichen Härte war nun erweicht, und die Fluctuation deutlich. Es wurde daher der Abscess oberhalb des Knies geöffnet, und in der Gegend des Hüftgelenks eine Gegenöffnung angebracht. Es entleerte sich etwa $^1/_2$ Schoppen guten rahmartigen Eiters mit necrotischen Zellgewebsfetzen vermengt. Die Wunden wurden durch eingelegte Charpie offen erhalten und ein leicht comprimiren-

der Verband angelegt. Die Cataplasmen werden fortgesetzt. Den 16. war eine grosse Menge Eiters abgeflossen, das Kind war sehr unruhig und zugleich kam an diesem Tage der erste untere Schneidezahn zum Durchbruch. Am 17. war der Zustand derselbe. Den 18. ward der Ausfluss spärlicher, dünner und missfarbig. Die Wundränder zeigten ein livides Ansehen. Im Laufe des Tages trat etwas Husten ein. Am 19. bedeutender Collapsus, matter Blick, die Saugbewegungen, welche bisher kräftig waren, gehen sehr schwach und unvollkommen von Statten. Grosse Unruhe, beständiges Stöhnen. Der Husten dauert an. Ordinat. Decoct. Chinae reg. mit vin. malacens. Gegen Abend trat eine vorübergehende Blutung aus der Nase ein, und soll auch nach der Aussage der Eltern ein blutig gefärbter Urin entleert worden sein. Der Tod erfolgte Abends nach 9 Uhr ruhig, ohne vorausgegangene Convulsionen.

Leichenbefund, 36 Stunden p. m. Die Leiche ziemlich gut genährt. Keine Todtenstarre. Kopf. Die grosse Fontanelle ist $^1/_2$ Zoll weit offen und etwas eingesunken. Die Schädelknochen normal. Im vorderen Theil des Sinus longitudin. super. befindet sich ein derbes, dreikantiges, den Sinus völlig ausfüllendes, an den Wandungen adhärirendes, entfärbtes Blutgerinnsel. Bei genauerer Untersuchung zeigte es einen geschichteten Bau, und enthielt in seinem Innern, wo es etwas weicher war, dunkelfarbigen dicklichen Cruor. In dem hintern Theile des Sinus füllt der Thrombus das Lumen nicht vollkommen aus, auch ist er daselbst weicher und besteht aus mit Serum infiltrirtem speckhäutigem Faserstoff. Im Sinus transversus sinister befindet sich ebenfalls ein frisches, weiches, dunkelrothes Gerinnsel, während der Sinus transversus dexter mit dunkelflüssigem Blut angefüllt ist. Die in den Sinus longit. sup. einmündenden Venen enthalten steife, derbe und entfärbte Gerinnsel. Venöse Hyperämie und leichtes Oedem der Pia mater. Das Gehirn ist für das Alter des Kindes auffallend derb. Die Ventrikel sind eng, und enthalten nur einige Tropfen Serum. Brust. Im untern Lappen der linken Lunge befinden sich mehrere kleine lobulärpneumonische Kerne mit atelectatischem Lungengewebe umgeben, im obern Lappen compensatorisches Emphysem. Der mittlere Lappen der rechten Lunge ist vollkommen atelectatisch. Die Bronchialdrüsen um den linken Hauptbronchus sind im Zustande frischer Schwellung. Herz. Es ist vollkommen blutleer, und enthält auch keine Gerinnsel. Die Valvv. mitralis, tricuspidalis und semilun. Aortae sind gallertig verdickt. Auf beiden ersteren befinden sich z. Th.

rundliche, z. Th. zottige, fest aufsitzende weissliche Excreszenzen. Bauchhöhle. Die Leber ist leicht fettig entartet. Die Milz sehr gross, weich und blutreich. Die Schleimhaut des Magens und Darmkanals zeigt nichts Abnormes, mit Ausnahme einer hyperämischen Schwellung eines einzigen Peyer'schen Drüsenhaufens dicht über der Valvula Bauhini. Die Mesenterialdrüsen sind etwas vergrössert. Die Nieren normal.

Am rechten Oberschenkel findet sich eine ausgebreitete Verjauchung des Zellgewebes unter der Haut und zwischen den Muskeln; stellenweise zeigt sich die Fascia lata vom Eiter durchbohrt. In den Venenstämmen dieser Extremität wurde vergeblich nach Thromben gesucht.

Nach Darlegung dieses Falles werde ich mir erlauben einige Bemerkungen über Thrombose im Allgemeinen und über Thrombose der Hirnsinus im Besondern hinzuzufügen.

Ein kurzer Blick auf die Geschichte der Gerinnselbildung in den Venen zeigt, dass dieselbe innig mit derjenigen der Phlebitis verbunden ist, und es haben in Betreff ihrer Entstehung verschiedenartige Ansichten geherrscht. Nachdem man die Gerinnsel anfangs (Hunter) für das Exsudat auf die innere Fläche der entzündeten Venen gehalten hatte, kam man später erst zur Einsicht, dass sie wirkliche Blutgerinnungen seien, und lange Zeit blieb der durch Cruveilhiers Autorität gestützte Satz, dass die Gerinnung des Bluts in den Venen die nächste Folge der Phlibitis sei, in allgemeiner Geltung. Virchow war es vorbehalten in seiner classischen Arbeit über die Thrombose den wahren Sachverhalt aufzuklären, und darzuthun, dass in einer grossen Anzahl von Fällen die Gerinnung des Bluts in den Venen der Entzündung derselben vorangeht, während eine primäre Phlebitis mit nachfolgender Gerinnung des Bluts weit seltener vorkömmt.

Einen Fall der erstern Art sehen wir auch in dem mitgetheilten Sectionsbefunde. Der Beweis liegt in der völligen Abwesenheit aller entzündlichen Erscheinungen in der Wand des mit dem Gerinnsel gefüllten Sinus und seiner Umgebungen. Dass das Gerinnsel kein nach dem Tode erst entstandenes sei zeigt sein geschichteter Bau, seine Derbheit und Trockenheit, seine Farbe, sein Reichthum an Faserstoff, und der Umstand, dass es den ganzen Sinus ausfüllend an seinen Wänden adhaerirte.

Es ist uns zwar der innere und nächste Grund der Gerinnung eines Theils des Blutes, den wir Faserstoff nennen noch völlig unbekannt, allein erfahrungsmässig wissen wir, dass die

Gerinnung vorzugsweise durch 2 Umstände hervorgerufen wird, nämlich 1) durch Verlangsamung und Aufhebung der Bewegung des Blutes in den Gefässen, und 2) durch den Contact mit den in der athmosphärischen Luft enthaltenen Bestandtheilen.[1]) Zu den genannten Umständen kommt noch eine Eigenschaft des Blutes hinzu, welche für das Wachsthum der meist mit kleinen Anfängen beginnenden Thromben wichtig ist, nämlich die Eigenschaft, dass dasselbe in Berührung mit bereits gebildeten Gerinnseln, oder mit rauhen Oberflächen und fremden Körpern, welche in die Gefässe gelangen, ähnlich wie bei dem Vorgange der Krystallisation, zur Gerinnung angeregt wird. Endlich darf man wohl in manchen Fällen annehmen, dass eine erhöhte Gerinnbarkeit des Blutes während des Lebens, wie wir sie ja auch bei verschiedenem aus den Gefässen ausgetretenem Blute wahrnehmen, die Bildung der Gerinnsel innerhalb der Gefässe begünstigt, obwohl man mit einer solchen Annahme im concreten Falle wird sehr zurückhaltend sein müssen.

Virchow hat bereits darauf aufmerksam gemacht, dass es vorzugsweisse 3 Localitäten des Körpers sind, in welchen ihrer anatomischen Beschaffenheit und Lage nach eine Verlangsamung des Blutstroms und somit eine Gerinnselbildung während des Lebens am leichtesten eintreten dürfte, nämlich die Venen der untern Extremitäten, die Venen des kleinen Beckens und die Hirnsinus, und unter letztern namentlich der Sinus longitudinalis und transversus. In den Sinus sind es namentlich Ausbuchtungen in der Lichtung und Scheidewände oder vorspringende Leisten an der Wandung, welche die Gerinnselbildung begünstigen sollen. Ich möchte noch hinzufügen, dass ausserdem, in der eigenthümlichen Gestalt der Lichtung dieses Theiles des venösen Gefässsystems, sowie in den besonderen Circulationsverhältnissen der Schädelhöhle weitere Momente enthalten sind, die zur Abschwächung des Blutstroms und somit zur Gerinnselbildung in den Sinus beitragen können. Die Gestalt der Lichtung, welche in allen andern Ab-

---

[1]) Zwar hat Brücke in neuester Zeit durch sehr scharfsinnig angestellte Untersuchungen dargethan, dass das Absterben der Gefässwand mit der Gerinnung des Blutes innerhalb der Gefässe in naher Verbindung steht, doch beziehen sich die Resultate seiner Forschungen vorzugsweise auf die Erscheinung der Blutgerinnung in der Leiche, nicht aber auf die Gerinnung des Blutes innerhalb lebender Gefässe.

schnitten des Gefässsystems als eine vorwiegend kreisförmige erscheint, ist in den meisten Sinus eine ganz andere, und vor Allem weicht das vollkommen dreieckig gestaltete Lumen des Sinus longitud. sup. von den gewöhnlichen Verhältnissen gänzlich ab. Durch diese Abweichung von der kreisförmigen Gestalt der Lichtung, wird aber das Verhältniss der Oberfläche der Wandung zu der Masse des in den Sinus strömenden Blutes wesentlich verändert, und zwar in der Art, dass auf die gleiche Menge von Blut eine weit grössere Oberfläche der Gefässwandung kommt. Es ist aber klar, dass in von der cylindrischen Form abweichenden Gefässen die Reibungswiderstände und die Adhaesion an der Gefässwand zu nehmen, die Schnelligkeit des Strömung aber, ceteris paribus, abnehmen muss. Ein weiterer Umstand, der auf die Schnelligkeit des Blutstroms hemmend einwirken muss, liegt in der eigenthümlichen Art der Einmündung der in den Sinus longitudin. superior eintretenden venösen Gefässe, deren Blutstrom meist in einem rechten, ja selbst zum Theil in einem stumpfen Winkel gegen die Strömung im Sinus gerichtet ist. Es ergiebt sich hieraus, dass also schon im normalen Zustande die Schnelligkeit der Blutströmung in den Sinus, namentlich aber im Sinus longit. superior eine verhältnissmässig langsame ist. Treten pathologische Verhältnisse ein, welche die Stromkraft des Blutes im Allgemeinen vermindern, so wird die Verlangsamung der Blutströmung in den Sinus eine noch bedeutendere, und damit eine für die Gerinnselbildung sehr günstige Gelegenheit gegeben werden.

Eine ähnliche Wirkung aber müssen auch diejenigen Krankheiten haben, bei denen die Gesammtmenge des Blutes eine Verminderung erleidet, wie z. B. Blutverluste, profuse Diarrhoen etc. Der Grund hierfür liegt darin, dass die Sinus bei der straffen Spannung ihrer Wendung wohl nur einer geringen Nachgiebigkeit fähig sind und fast als starre Röhren betrachtet werden können, auf welche der in der Schädelhöhle wegfallende Druck der äussern Athmosphäre selbst indirect nicht einwirken kann, und die bei dem völligen Mangel an muskulösen Elementen einer activen Contraction nicht fähig sind. Kann aber bei einer verminderten Blutzufuhr nach dem Gehirn, wie dies bei einer Verminderung der Gesammtblutmenge nothwendig der Fall sein muss, ihr Lumen sich nicht verkleinern, so wird eine verlangsamte Strömung ebenfalls nicht ausbleiben können. Endlich wird aber auch eine grössere Dickflüssigkeit des Blutes, wie sie in gewissen Krankheitszuständen vorkömmt, im Stande sein die Schnelligkeit

der Blutströmung in den Gefässen und somit auch in den Hirnsinus herabzusetzen und die Thrombusbildung zu befördern. Es scheint jedoch als ob ein sehr hoher Grad von Dickflüssigkeit des Blutes, wie er z. B. bei Cholera asiatica im Stadium algidum angetroffen wird, der festen Gerinnung des Blutes hinderlich sei. Wenigstens spricht die theerartige unvollkommene Gerinnung des Bluts und die Seltenheit von derben speckhäutigen Gerinnseln in den meisten Leichen der während des Stadium algidum Verstorbenen, sowie die äusserst unvollkommene, mehr gallertige Gerinnung des aus der Ader gelassenenen Bluts für die oben ausgesprochene Meinung, obwohl nicht geleugnet werden kann, dass auch chemische uns noch unbekannte Modificationen des Blutes in dieser Krankheit hierzu beitragen können.

Häufig ereignet es sich, dass mehrere dieser Ursachen gleichzeitig wirken, und in ihrer Wirkung sich gegenseitig unterstützen, worunter ich namentlich die profusen Säfteverluste erwähnen möchte, welche zu gleicher Zeit Verminderung der Menge des Bluts, Eindickung desselben, und Verminderung der Herzkraft bewirken.

Nach diesen vorausgeschickten Erörterungen wende ich mich zu den thatsächlichen Befunden, wie sie uns in der Literatur über diesen Gegenstand vor Augen treten.

Ich habe aus den mir zugänglichen Schriften[1]) 57 Fälle gesammelt, in welchen einer Thrombusbildung in den Hirnsinus erwähnt wird. Eine Zusammenstellung dieser Fälle nach den ursächlichen Momenten ergibt, dass unter denselben 32 Mal die Thrombose in Folge von brandigen, erysipelatösen und eitrigen Entzündungen solcher Körpertheile (Hals, Antlitz, Orbita, Schädelknochen, Gehirn nebst seinen Häuten) entstanden war, deren Gefässsystem mit den Sinus in naher Verbindung steht; viermal kann sie als die Folge von Verengerung des Lumens der Sinus durch Hineinragen von fremden Körpern und Geschwülsten oder durch Druck von Aussen auf die Sinus oder die Vena jugularis interna betrach-

[1]) Leider war mir die Arbeit von Tonnelé in arch. gén. de méd. Bd. 19, erste Serie 1829. p. 610, und im Journ. hédom. vom 5. Februar 1829 nicht zugänglich, und sind mir die daraus erwähnten Fälle nur aus Lebert's Aufsatz (Virch. Archiv S. 381), sowie aus deu Mittheilungen von Albers (Rust's Mag. 41. 139) und von Rilliet und Barthez in deren Werk über Kinderkrankheiten bekannt geworden.

tet werden. Fünfzehnmal scheint sie durch Umstände herbeigeführt worden zu sein, welche die Kraft der Circulation herabsetzten, nämlich im Gefolge von schwächenden vorangegangenen Krankheiten bei meist ohnedem schwächlichen Individuen (Greisen und Kindern). Sechsmal konnte endlich über ihre Veranlassung aus dem Mitgetheilten Nichts Positives ermittelt werden.

In den folgenden Abschnit.en werde ich die in die angeführten Gruppen geordneten Fälle theils übersichtlich, theils im kurzen Auszuge mittheilen, und daran die sich ergebenden Betrachtungen über die Natur der Ursachen, über die anatomische Lage und die Veränderungen der Thromben in den Sinus, sowie über die Folgen derselben anknüpfen.

1. Sinusthrombose in Folge von entzündlichen Vorgängen in der Nähe der Sinus.

Caries der Schädelknochen liefert das grösste Contingent zu dieser Abtheilung, nämlich 27 unter 32 Fällen, und unter diesen ist wiederum die Caries des Felsenbeins als Folge von sogen. Otitis interna am zahlreichsten vertreten, nämlich 20 Mal.

Lebert[1]) hat in einer sehr verdienstvollen Arbeit besonders hervorgehoben, dass die Phlebitis des Sinus transversus häufig die Vermittlung bildet zwischen der Otitis interna und den auf sie so häufig folgenden cerebralen und pyämischen Zufällen.

In den genannten 20 Fällen bestand immer eine Thrombose in dem Sinus transversus der mit Caries behafteten Seite. Nur in einem von Stannius[2]) beobachteten Falle war der Sinus cavernosus der Sitz einer eitrigen Phlebitis, welche sich in die Vena ophthalmica und die Vena facialis anterior mit ihren Verzweigungen erstreckte. Es könnte in diesem Falle allerdings zweifelhaft sein, ob nicht die Erkrankung des Sinus cavernosus von einem Erysipelas der entsprechenden Gesichtshälfte ausgegangen sei, von welchem aus sich die Thrombose und Phlebitis durch die mit der Vena facial. anterior anastomosirende Vena ophthalmica auf den Sinus convernosus ausgebreitet hätte, wenn nicht die oberflächliche Caries des Felsenbeins (die Stelle ist nicht näher angegeben), welche zur Zerstörung der Dura mater und zu einem Gehirnabscess führte,

---

[1]) Virchow's Arch. 9. 381.

[2]) Krankhafte Verschliessung der grösseren Venenstämme. 118.

als der wahrscheinlichere Ausgangspunkt betrachtet werden müsste.

In manchen Fällen beschränkt sich die Thrombose auf den Sinus transversus, in andern, und zwar der Mehrzahl gewinnt dieselbe eine grössere Ausdehnung. Meist findet man gleichzeitig Thrombusbildung in der Vena jugularis interna, die zuweilen bis zur Einmündung in die Vena subclavia reicht, ja selbst in einem Falle sich bis in die Vena cava superior bis dicht vor ihrer Einmündung in das rechte Herz erstreckte. Nach aufwärts, d. h. in einer dem Blutstrom entgegengesetzten Richtung finden sich Thromben am häufigsten in dem Sinus petrosus sup., wo dieselben jedoch meist nicht als aus dem Sinus transversus durch Fortleitung entstandene zu betrachten sind, sondern durch dieselbe Ursache wie in diesem ihren Ursprung nehmen. Selten sind Thromben gleichzeitig in dem Sinus transversus der andern Seite dem Sinus petrosus und cavernosus, am seltensten im Sinus, longitud. superior. Nur in einem Falle wird erwähnt, dass des Thrombus sich vom Torcular Herophili an in das Ende der Sinus longitudin. erstreckt habe, wie es denn überhaupt nicht häufig zu sein scheint, dass der ganze Sinus transversus bis zum Torcular hin thrombosirt gefunden wird. Was die Beschaffenheit der Thromben betrifft, so waren dieselben in fast allen Fällen puriform zerfallen, häufig noch mit pseudomembranösen Gerinnnseln und frischen Blutcoagulis gemengt. Die innere Wand der Sinus wird häufig als verdickt oder mit flachen Blutgerinnungen bedeckt angegeben. Nur 4 Mal war es noch nicht zum puriformen Zerfall der Thromben gekommen; so in einem Falle von Puchelt[1]), wo sich nur zwei klappenartige Gerinnsel fanden, welche den Sinus beinahe völlig verschlossen, ferner in je einem Falle von Abercrombie[2]) und von Bruce[3]), in welchen die Wandungen der Sinus als verdickt und verändert angeführt sind, und das Lumen mit Gerinnseln, wie man sie in Aneurysmen antrifft, ausgefüllt war. Endlich erzählt Heusinger[4]) einen sehr interessanten Fall, in welchem ein völlig obturirender fester Thrombus den Sinus transversus verschloss, und die Dura mater, der hintern Fläche des Felsenbeins entsprechend, perforirt war, gerade im Sinus trans-

---

[1]) Venensystem 2. 177.

[2]) Die Krankheiten des Gehirns und Rückenmarks. Deutsch von v. d. Busch 49.

[3]) London. med. Gaz. 1841, bei Lebert a. a. O. 420.

[4]) Virchow's Arch. XI. 92.

versus. In der Länge von einem halben Zoll war an dieser Stelle die innere Gefässwand des Sinus ganz zerstört und zottige, von Eiter umspülte, gegen die cariöse Felsenbeinhöhle hin wuchernde Granulationen füllten das Lumen aus. An derselben Stelle bestand auch eine Communication des cariösen Felsenbeins mit einem Abscess des rechten Kleinhirns. Bemerkenswerth ist dieser Fall insofern, als die Beschaffenheit des Thrombus uns zeigt, dass die Entstehung desselben nicht erst durch das Eindringen von Eiter nach Durchbruch der Wand bedingt sein konnte, wobei es dann auch nothwendig hätte zu einer Blutung kommen müssen. Ausser diesem Falle finden sich noch 3 andere, in welchen eine Perforation der Sinuswand und eine Communication mit der cariösen Zerstörung des os petrosum erwähnt wird, und somit eine Intravasation des Eiters in den Sinus von Aussen her stattfinden konnte. Nur war in den übrigen Fällen der Thrombus schon eitrig zerfallen; so bei Hooper[1]), wo beide Sinus laterales mit Eiter gefüllt und mit Pseudomembranen bedeckt waren; ferner bei Bruce[2]), wo der hintere Theil des rechten Felsenbeins cariös und an einem Punkte durchbrochen und die Wand des Sinus corrodirt war, und endlich in einem aus dem London. med. and. surg. Journ. entnommenen Falle[3]), bei welchem sich sehr stinkender, käsiger, mit Blut gemengter Eiter im linken Sinus transversus fand, welcher mit dem innern Ohre communicirte. In andern Fällen ist der eitrige Entzündungsprocess dem Sinus sehr nahe gerückt, ohne jedoch denselben in Mitleidenschaft zu ziehen; die Dura mater findet sich zuweilen von Eiter umspült in der Furche, welche am hintern Theil des Felsenbeins zur Aufnahme des Sinus bestimmt ist, oder sie ist wenigstens vom Knochen abgelöst, und es bestehen dort Communicationen mit dem cariösen innern Ohre und der Paukenhöhle. Die Dura mater auf dem Os petrosum zeigt sich häufig missfarbig, von graugrünem oder schwärzlichem Ansehen mit eitrigem Exsudate bedeckt, oder sie ist verdickt, mit der Arachnoidea verwachsen, und mit schwammigen Granulationen bedeckt. In noch andern Fällen endlich findet ein so nahes Andringen des Entzündungsprocesses an die Wand des Sinus nicht statt, so dass eine

---

[1]) Morbid anatomy of the brain, 1826 bei Cruveilhier Liv. VIII. pl. 4. pag. 3. Anmerkung.

[2]) A. a. O. bei Lebert. 419.

[3]) Vol. V. 679. Bei Lebert a. a O. 421.

directe Verbindung zwischen Caries und Sinusthrombose, wie in den oben erwähnten Fällen nicht besteht.

Die anatomischen Veränderungen, die man dabei im Gehirn und seinen Hüllen vorfiudet, sind meistens eitrige Meningitis und Abscesse im Gehirn, deren man zuweilen mehrere zugleich vorfindet. Vielmals stehen diese letzteren in directem Zusammenhange mit der cariösen Zerstörung (wie z. B. in dem oben angeführtem Falle von Heusinger) oder sie befinden sich wenigstens in der nächsten Nähe derselben, oder endlich trifft man sie in ziemlich weiter Entfernung, ohne nachweisbaren directen Zusammenhang. Zuweilen ist jedoch das Gehirn nur missfarbig oder leicht erweicht an der Berührungsstelle mit dem erkrankten Knochen, ja es findet sich selbst hie und da völlig normal. Oedem und Hyperämie der Pia mater sind häufige Befunde, ebenso wie seröse und seropurulente Ergüsse in den Seitenventrikeln. Auffallend ist die verhältnissmässige Seltenheit von Extravasaten; einen Bluterguss im Gehirn finde ich gar nicht erwähnt und nur 2 Mal sind kleine Extravasate (Lebert und Abercrombie) in der Pia mater angeführt.

Was die Veränderungen in andern Organen betrifft, welche in Zusammenhang mit der Erkrankung des Felsenbeins und des Sinus gebracht werden können, so sind dieselben meist secundärer Art, und bestehen vorzugsweise in matastatischen Abscessen und hämorrhagischen Infarcten der Lunge, häufig mit eitriger oder jauchiger Pleuritis und Pericarditis verbunden, oder in Pleuritis allein. Sie kommen in mehr als der Hälfte aller Fälle vor. Auffallend scheint die Abwesenheit von metastatischen Heerden in andern Organen, namentlich in der Leber, doch muss bemerkt werden, dass häufig eine genauere Angabe über den Zustand der übrigen Organe in der Leiche fehlt; dagegen wird Leber und Milz mehrfach als vergrössert und blutreich, und letztere als erweicht angeführt mit gleichzeitiger Schwellung der Drüsen des Dünndarms.

In Betreff der Symptome während des Lebens kann ich mich kurz fassen und verweise auf die vortreffliche und erschöpfende Beschreibung im Aufsatze von Lebert. Otorrhoe fehlte nie während des Lebens, ebenso war meist Schmerz im erkrankten Ohr und an der betroffenen Kopfhälfte vorhanden; Abscesse in der Gegend des Processus mastoideus sind häufige Vorkommnisse indem die Caries und die eitrige Infiltration sich leicht von dem Os petrosum auf die schwammigen Zellen des Zitzenfortsatzes ausbreitet. Ein Symptom, welches der Erkrankung des Sinus und seiner Verstopfung di-

rect angehörte, und eine sichere Diagnose derselben erlaubte, wurde in den genannten Fällen nicht beobachtet, nur Heusinger[1]) erwähnt einer stärkeren Füllung der Vena frontalis während des Lebens, die man als Folge der Sinusthrombose betrachten könnte.

Dass so beträchtliche Veränderungen im Gehirn und seinen Häuten, wie die oben erwähnten zu Gehirnsymptomen Veranlassung geben, lässt sich a priori voraussetzen, und so werden denn auch alle Erscheinungen der Excitation, wie Delirien und Convulsionen, als auch der Depression der Gehirnfuntionen, wie motorische und sensible Lähmung, Stupor, Sopor und Coma beobachtet, obwohl zuweilen bei sehr beträchtlichen Läsionen des Gehirns (2 Abcesse in dessen Substanz) alle eigentlichen Gehirnerscheinungen fehlten, wie in dem Falle von Heusinger. Ebenso werden wie begreiflich bei dem häufigen Vorkommen von metastatischen und secundären Entzündungen die eigenthümlichen pyämischen Fiebersymptome mit den den secundär erkrankten Organen angehörigen Erscheinungen, wie Husten, Seitenschmerz, Durchfall etc. häufig (in mehr als der Hälfte der Fälle) erwähnt. Doch muss ich bemerken, dass, wie es auch von andern schon beobachtet wurde, die anatomischen Befunde mit den Erscheinungen am Lebenden nicht immer congruiren, indem zuweilen bei entschieden pyämischen Zufällen während des Lebens metastatische Processe in der Leiche fehlten und umgekehrt noch häufiger Metastasen in der Leiche zugegen waren, während von den eigenthümlichen Erscheinungen im Leben Nichts bemerkt wurde[2]).

---

[1]) A. a. O.

[2]) Da eine detaillirte Mittheilung der einzelnen von mir verglichenen 20 Fälle dieser Art ohne weiteren Nutzen sein würde, so verweise ich in Betreff derselben auf die von mir benutzten literarischen Quellen. Dieselben sind:

1) Puchelt, Venensystem 2. 177. 2) Abercrombie, Krankheiten des Gehirns und Rückenmarks. Deutsch von v. d. Busch. 49 und 58. 3) Heusinger, Virchow's Archiv. 11. 92. 4) Lebert, ibid. 9. 413 u. 415. 5) Bruce, Lond. med. Gaz. 1841, und bei Lebert a. a. O. 417, 418. 419 und 420. 6) Bright, med. reports, 2. 66, bei Lebert a. a. O. 420. 7) Lond. med. and surg. Journ. 5. 679; bei Lebert a. a. O. 421. 8) Craigie, pract. of phys. bei Lebert a. a. O. 422. 9) Sédillot, de l'infection purulente, 320; bei Lebert a. a. O. 426. 10) Lunier, bulletin de la soc. anat. 21. 177; bei Lebert a. a. O. 430. 11) Le Maistre, bull. de la soc. anatom. 23. 18; bei Lebert a. a. O. 430. 12) Smith, Dublin Journ. 1841. 19. 458. 13) Stannius, krankhafte Verschliess. d. gr. Venenstämme 118. 14) Hooper, morbid at. of the brain 1826, bei Cruveilhier Liv. 8. pl. 4. pag. 3. 15) Bednar, die Krankheiten der Neugebornen und Säuglinge; 2. 100 und 180.

An diese 20 Eälle von Sinusthrombose mit Caries des Felsenbeins, reihen sich 3 weitere an, in welchen aus sonstigen Ursachen eine Caries der Schädelknochen mit Gerinnselbildung und Phlebitis der Sinus bestand.

21.[1]) Eine Frau bekam durch Erkältung während des Wochenbettes Schmerzen in der rechten Seite des Kopfes und im Ohre, worauf bald Fieberbewegungen und schliesslich exquisit pyämische Erscheinungen auftraten, welche den Tod beinahe 4 Monate nach der Niederkunft herbeiführten. Bei der Section fand sich ausgebreitete Caries am Schläfenbein, welche sich bis an die Naht mit dem Hinterhauptsbein erstreckte und deren Knorpel zerstört hatte mit eitriger Phlebitis des Sinus transversus und Thrombose der Vena jugularis.

22.[2]) Ein 42jähriger Mann wurde durch einen Säbelhieb am rechten Scheitelbein verletzt. Der Knochen war vom Periost entblöst; es trat Abscessbildung in der Umgebung der Wunde ein. Zugleich waren die Zeichen von Bronchitis und Infiltration des rechten untern Lungenlappens vorhanden, und unter Delirien und nachfolgendem Coma trat der Tod nach 4 Wochen ein. Section. Der Knochen zeigte sich in grossem Umfange entblöst und war cariös, der Schläfenmuskel mit eitrig infiltrirten Venen durchsetzt, und eitrige Infiltration der Diploë längs der Kronennaht in dem Stirnbein, dem Scheitelbein und dem Schläfenbein. An der innern Schädelfläche eine Menge siebförmiger Eiterpunkte; die meisten Gefässfurchen an der innern Schädelfläche sind wie angefressen, namentlich längs des Sinus longitudinalis. Die Dura mater eitrig infiltirt. Die Venen, vielfach ausgedehnt, enthalten gelben dicken Eiter bis in den Sinus longitudinalis. Die Wandungen dieser Venen verdickt, die Pacchionischen Granulationen längs der Sichel dick eitrig gefüllt. Die Wandung des Sinus longitudin. ist grösstentheils gesund; an einzelnen Stellen jedoch den Venenmündungen zunächst verdickt und zum grossen Theil durch Abblätterung rauh; an diesen Stellen haften überall derbe, gelbweisse Faserstoffgerinnsel, theils flach, theils in Form von Zotten, die frei bis in das nach dem Tode geronnene Blut des Sinus hinabhängen. Sie bestehen aus einer Faserstoffrinde und einem abgekapselten flüssigen Eiterinhalt. Im weitern Verlaufe ist der Sinus longit. und die Sinus transversi mit frisch geronnenem Blute gefüllt. Jauchig eitriges Exsudat in dem rechten Arachnoidealsacke. Eitrige Infiltra-

---

[1]) Puchelt, Venensystem 2. 178.
[2]) Leubuscher, Klinik der Gehirnkrankheiten. p. 235.

tion der Hirnhäute, die rechte Hemisphäre durch das Exsudat stark comprimirt. Trübung der Hirnhäute links; Hydrops Ventriculorum, metastatische Abscesse der Lunge und Leber.

23.[1]) Ein 22jähriger Soldat, welcher eine Schusswunde am rechten Scheitelbein erhielt, wurde bald darauf von Schwindel und Fieberbewegungen ergriffen. Es bildete sich ein Abscess am behaarten Theile des Kopfs, und der Verwundete starb unter Erscheinungen der Pyämie, zu denen sich Brustbeschwerden und Durchfall hinzugesellt hatten am 29. Tage nach der Verletzung. Section. Im Sinus long. sup. fand sich nach hinten zu reiner Eiter, im vordern Theile dagegen ein mit Fleischfasern vermengtes derbes Gerinnsel. Der Knochen war an der Stelle der Verletzung rauh, und die Dura mater daselbst missfarbig. Eitrige Meningitis mit Hydrops Ventriculorum; eitrige doppelseitige Pleuritis, metastatische Lungenabscesse, Entzündung der Leber.

Kopfverletzungen mit nachfolgender Entzündung in ihrer Umgebung, führen ebenfalls, auch wenn eine Caries der Schädelknochen, wie in den vorhergehenden beiden Fällen, dabei nicht vorkömmt, zuweilen zur Thrombose der Sinus, wie in den folgenden Fällen gezeigt werden soll.

24.[2]) Ein 21jähriger Soldat wurde durch eine Granate am rechten Scheitelbein verletzt. Es entstand eine Anschwellung der linken Parotis und eine Geschwulst am Halse, wozu sich Fieberbewegungen und Durchfall gesellten. Nachdem die Anschwellung am Halse wieder verschwunden war, erfolgte der Tod am 19. Tage. Section. Die Hirnschaale und die Dura mater waren unverletzt. Im Sinus longitudin. sup. war Eiter mit polypösen Gerinnsel, welches sich auch auf die Sinus transversi erstreckte. Eitrige Meningitis. Das Gehirn in der Gegend der linken Fossa Syloii in eine dunkelbraune Masse verwandelt. Unter der Stelle der äusseren Verletzung befand sich in der rechten Grosshirnhemisphäre eine Höhle, welche etwa ein Loth geronnenes Blut enthielt; ringsum war das Gehirn gelblich erweicht. In diesem Falle ist die Veranlassung der Sinusthrombose nicht ganz klar. Sie konnte entstanden sein in Folge der Entzündung der äusseren Wunde, und der vorhandene Meningitis, oder sie konnte ihren Ursprung aus dem hämorrhagischen Heerde genommen haben, der durch die Heftigkeit der einwirkenden Gewalt bedingt war, oder endlich von der augenscheinlich durch den Gegenstoss zertrüm-

---

[1]) Schmucker, Chirurgische Wahrnehmungen 465.
[2]) Schmucker, a, a. O. S. 126.

merten Gehirnpartie in der Gegend der linken Fossa Sylvii. Bemerkenswerth sind in diesem Falle die beträchtlichen Läsionen des Gehirns als unmittelbare Folge der äussern Gewalt, ohne dass eine Verletzung des Knochens zugegen war.

25. [1]) Ein 54jähriger Mann erlitt eine Verletzung am Hinterhaupt durch einen herabfallenden Stein, welcher eine leicht eiternde Wunde zur Folge hatte. Nach 8 Tagen trat ein Schüttelfrost ein, zu dem sich Kopfschmerz und Gehirnsymptome hinzugesellten. Der Tod erfolgte, nachdem pyämische Erscheinungen und ein comatöser Zustand eingetreten waren, am Ende der 3. Woche. Im Sinus longitudin. und in den beiden Sinus transversi befanden sich eitrig zerfallene Gerinnsel, mit gleichzeitiger Verdickung der Wandungen. An der Basis des Schädels war eine Fractur (wo ist nicht näher angegeben). Bedeutende Hyperämie des Gehirns. Ferner fand sich ein grösserer Abscess unter dem Musc. pector. major, und vielfache Abscesse in der Leber.

Auch in diesem Falle kann die Thrombose entweder von der Fracturstelle ausgegangen sein, oder sie stand mit der eiternden Wunde am Hinterhaupte in näherer Verbindung.

26. [2]) Bei einem Manne, der eine in Vernarbung begriffene Kopfwunde hatte, trat plötzlich Schüttelfrost ein; die Wundränder schwollen erysipelatös an, das Periost fand sich vom Knochen abgelöst, und 8 Tage nach dem Eintritt der Krankheitserscheinungen trat der Tod ein, ohne dass zuvor beträchtliche Gehirnerscheinungen sich gezeigt hätten. Section. Es fand sich ein membranartiges Exsudat auf der äussern und innern Fläche der Dura mater, wodurch sie mit der Arachnoidea verklebt war. Der Sinus longit. sup. war mit Eiter gefüllt. Eitrige circumscripte Peritonitis und Pleuritis; multiple Abscesse in der Leber. —

Obwohl in diesem ziemlich unvollständig mitgetheilten Falle von einer Caries nicht die Rede ist, so erscheint dieselbe bei der Ablösung des Periosts sehr wahrscheinlich; sicherlich aber muss die Sinusthrombose mit dem entzündlichen Vorgang an der Wunde in Beziehung gebracht werden.

Es findet sich endlich noch eine Reihe von Fällen, in denen, ohne nachweisbare Caries der Schädelknochen und ohne traumatische Veranlassungen, durch Entzündung äusserer Gebilde, die dem Stromgebiet der Hirnsinus wenigstens zum

---

[1]) Lebert, a. a. O.

[2]) Bérard, Bulletin de la Société anat. 10. 6; bei Lebert, a. a. O. 432.

Theil angehören, eine Thrombose derselben herbeigeführt wurde.

27.[1]) Ein scrophulöses 2jähriges Mädchen, welches ein Geschwür rechts am Hinterhaupte hatte, starb nach eingetretenen Convulsionen und Gehirnerscheinungen in einem adynamischen Zustande. Section. Der Sinus transversus fand sich ums Doppelte erweitert, und mit stinkendem Eiter gefüllt, welcher kleine solide Gerinnsel enthielt, nebst Blutcoagulum; die innere Fläche war mit einer Pseudomembran ausgekleidet. Ausserdem fand sich eine eitrige Meningitis.

Lebert der diesen Fall ebenfalls mittheilt vermuthet eine Caries, die von Tonnelé übersehen worden sei; obwohl diess nicht unwahrscheinlich ist, und man die Entzündung des Sinus wohl keine spontane in diesem Falle nennen darf, wie Tonnelé annimmt, so bedarf es der Annahme einer Caries nicht, um den Zusammenhang zu erklären, da die Sinus auch zum Theil das Blut aus den äussern Bedeckungen des Schädels aufnehmen (Emissaria Santorini), somit eine nahe Gefässverbindung zwischen dem eiternden Geschwür und dem Sinus gegeben ist, durch welche ein Thrombus sich von Aussen her in den Sinus fortsetzen konnte.

28.[2]) Ein anderes 2jähriges Mädchen litt an einem reichlich eiternden Eczem des behaarten Kopfs. Die Eiterung liess plötzlich nach, es traten Gehirnzufälle ein, die auf eine Affection der linken Hirnhälfte schliessen liessen, und zum Tode führten. Section. Im hintern Theil des Sinus longitud. fand sich ein bereits eitrig zerfallener Pfropf, die Wandungen des Sinus waren verdickt und die einmündenden Venen zeigten sich mit steifen Thromben gefüllt. Unter der Arachnoidea linkerseits befand sich ein Blutextravasat.

In Bezug auf die Entstehung der Thrombose hat dieser Fall eine augenscheinliche Aehnlichkeit mit dem Vorhergehenden, und es lassen sich auf ihn ganz dieselben Betrachtungen anwenden.

29.[3]) Bei einem 27jährigen Mann entwickelte sich nach einer sehr heftigen Erkältung neben lebhaften Fieberbewegungen Kopfschmerz, mit Schmerz in den Augen, Vorgetriebensein der Bulbi, Oedem der Augenlider und eine sehr schmerzhafte Anschwellung der rechten Halsgegend; unter pyämischen

---

[1]) Tonnelé, Archives gén. de méd. 19. 1ière Serie 1829. 610; bei Lebert a. a. O. 386.

[2]) Tonnelé, in Rusts Magazin 41. 139. 1834 (nach Albers).

[3]) Castelnau u. Ducrost, Recherches sur les abcès multiples. Paris 1846. 238; bei Lebert, a. a. O. 388.

Erscheinungen erfolgte der Tod am 23. Tage der Krankheit. Section. Es fand sich eitrige Phlebitis des Sinus cavernosus dext. und der einmündenden Venen, der Vena ophthalmica, der Sinus circulares, petrosi und transversi beiderseits, der Venae jugulares, der Vena anonyma dextra, der Venen am Nacken und des Wirbelkanals, nebst Abscessen in dem Zellgewebe der Orbita. Ausserdem fand sich circumscripte eitrige Meningitis mit oberflächlicher Erweichung der Hirnsubstanz an der rechten Seite der Hirnbasis, und ein Blutcoagulum auf der Medulla oblongata. Metastatische Abscesse und hämorrhgiasche Infacte der Lungen, acuter Milztumor, Anschwellung der Nieren.

30. [1]) Ein 26jähriger Mann, der in Folge einer doppelseitigen Pneumonie eine abscedirende Parotits mit Durchbruch in den Meatus audit. extern. bekam, starb unter den Erscheinungen der Pyämie verbunden mit Gehirnsymptomen. Section. Es fand sich ausgebreitete Verjauchung und eitrige Infiltration der Gewebe um die rechte Parotis, die Schläfe, am Halse und um den Unterkiefer; das Kiefergelenk und der äussere Gehörgang waren vom Eiter durchbrochen. Zerfallener Thrombus mit Verdickung der Wandungen in der Vena jugul. sinistra; in einem Seitenaste der Vena jugul. dextra ein puriformer Pfropf. Im Sinus long. speckhäutiges Gerinnsel, welches hie und da an den Einmündungsstellen der Vv. arachn. der linken Seite kleine Eiterpfröpfe deckt. Diese Verstopfungen beginnen, wie sich nach Abnahme der Dura mater ergiebt, an Pacchion. Granulationen, um welche sich eine Eiterung verbreitet hat, die von der grossen Längsspalte sich zu dem hintern Umfange der linken Grosshemisphäre erstreckt; der Sinus transvers. dexter mit frischem, gallertigem, speckhäutigem Gerinnsel erfüllt; in dem linken dagegen bis zur Vena jugul. hin neben frischem Gerinnsel, ältere, eitrigschmelzende Massen. Auch in den Venen der Dura mater in der rechten mittleren Schädelgrube und den beiden Sinus cavernosi jauchige, eitrige Massen. Das Felsenbein rechts missfarbig, ebenso die innere Fläche der rechten Keilbeinflügel, und zum Theil jauchig infiltrirt. Das Ganglion Gasseri mit Exsudat durchsetzt und namentlich um den 2. Ast des Quintus eitrige Tränkung, die sich durch die Knochenlöcher nach Aussen fortsetzt. Ausgebreitete exsudative Meningitis; an einer Stelle des Gehirns, am rechten Mittellappen, beginnende Encephalitis. Jauchige lobuläre Pneumonie; Throm-

---

[1]) Virchow, gesammelte Abhandlungen zur wissensch. Med. 620.

bose der Venen des rechten Samenbläschens; Leberabscess mit schmelzender Thrombose der Vena hepatica. Milztumor, parenchymatöse Nephritis.

In den beiden letztgenannten Fällen ist die Ausbreitung der Thrombose mit puriformem Zerfall von aussenliegenden Gefässen auf die Hirnsinus deutlich nachzuweisen. In demjenigen von Castelnau und Ducrost ist der Ausgangspunct die Entzündung des Zellgewebes in der Orbita (wie schon Lebert richtig bemerkt), nicht aber die Entzündung am Halse, da offenbar die ersten Symptome sich in der Orbita zeigten, und dort die Entzündungsproducte am Weitesten gediehen waren. Die Thrombose hatte sich von der Vena ophthalmica auf den Sinus cavernosus dexter, die Sinus circulares, petrosi und transversi beiderseits ausgebreitet und war schliesslich durch die Vena jugularis bis zur Vena anonyma vorgedrungen. In Virchow's Falle war der Ursprung der Thrombose die eitrige Parotitis und die jauchige Entzündung ihrer Umgebung, durch die Venenanostomosen der Fissura orbitalis inferior war die Thrombose in den Sinus cavernosus der rechten und dann der andern Seite gedrungen und hatte sich bis auf den Sinus transversus und die Vena jugular. sinistr. fortgesetzt. Wir sehen also in diesem Falle die Thrombose sich auffallender Weise besonders auf der dem Ausgangspuncte entgegengesetzten Seite ausbreiten. Die Eiterpfröpfe in den Vv. arachn. der linken Seite, welche bis zum Sinus longit. vordringen, scheinen besondern Ursprungs zu sein, und rühren wohl von der ausgebreiteten Meningitis her.

31. u. 32. Hasse[1]) beobachtete 2 Fälle, in welchen einmal die Phlebitis des Sinus in Folge einer Phlebitis jugularis, das anderemal durch eine eitrige Ausschwitzung der Arachnoidea entstanden war.

Werfen wir einen Rückblick auf die Summe der im Vorhergehenden aufgeführten Thatsachen, so lässt sich wohl mit Bestimmtheit für alle Fälle, mit wenigen Ausnahmen, die wie bereits am betreffenden Orte bemerkt wurde, noch eine andere Deutung zulassen, annehmen, dass die Thrombose und Phlebitis der Sinus in einem ursächlichen Zusammenhange mit den in ihrem Stromgebiete vorkommenden Entzündungen stehen, und zwar spricht sowohl der Verlauf während des Lebens,

[1]) Patholog. Anat. I. 39.

als auch der Leichenbefund dafür, dass die Erkrankungen der Sinus der Zeit nach später entstanden sind, als die Entzündungen der umgebenden Theile. Man könnte daher wohl geneigt sein, die Thrombose in den Sinus als die Folge von der Entzündung der Sinuswand, somit für eine sekundäre zu betrachten. Abgesehen davon jedoch, dass die äussere Fläche der Sinuswandungen in gar manchen Fällen unverändert befunden wird, und direkt in keinem Contact mit entzündeten Geweben steht, so glaube ich, dass noch aus weiteren Gründen eine andere Erklärung möglich ist, welche ich um so mehr für zulässig erachte, als eben die Gerinnung des Bluts als Folge der Entzündung der Gefässwand auf Momente zurückgeführt werden muss, welche etwas sehr Räthselhaftes enthalten. Man ist darauf angewiesen, sie durch veränderte Molecularattraction zwischen Gefässwand und strömendem Blut zu erklären, oder mit einem Worte, durch eine Contactwirkung (katalytische Kraft), eine Erklärungsweise, die etwas Bedenkliches hat, und die man nur im äussersten Nothfalle anzuwenden berechtigt ist. Dass eine Ausschwitzung von geronnenem Entzündungsproduct auf die innere Fläche der Gefässwand nicht stattfindet, dass weder die rein flüssigen noch die zelligen Producte der Entzündung eine Gerinnung des Blutes hervorbringen, brauche ich wohl nicht ins Gedächtniss zurückzurufen, sehen wir ja doch in dem von Heusinger[1]) mitgetheilten Falle einen neuen Beweis, wie, wenn es zum Durchbruch der Gefässwand durch einen Abscess kömmt, ein fertig gebildeter Thrombus schon längst vorhanden sein kann.

Selbst sehr beträchtliche Veränderungen der innern Gefässwand, wie wir sie bei weit gediehener atheromatöser Ulceration und Verkalkung an den Arterien sehen, sind weit davon, in allen Fällen eine Gerinnung des Bluts innerhalb des Gefässes zu Stande zu bringen; ja es kann selbst als sicher angenommen werden, dass alle Individuen, bei denen unter diesen Umständen eine Gerinnselbildung eintritt, längere Zeit mit solchen erkrankten Arterien leben, bevor es zur Gerinnung des Blutes kömmt. Es tritt somit eine Gerinnung innerhalb der Gefässe in Folge von Veränderungen der Gefässwand bei weitem nicht in jedem Falle ein, und wenn diess geschieht, häufig erst nach längerer Dauer der Veränderung.

Man könnte vielleicht noch anführen, dass der von Brücke[2]) nachgewiesene Einfluss einer abgestorbenen Ge-

---

[1]) a. a. O.
[2]) a. a. O.

fässwand auf die Gerinnung des Bluts bei der Entzündung und Erkrankung der Venenhäute sich geltend machen könnte. Wenn auch derart Etwas dabei mit im Spiele sein könnte, so darf man aber doch nicht ausser Acht lassen, dass zwischen einer entzündeten Gefässwand und einer abgestorbenen noch ein grosser Unterschied ist, sowie dass in den Versuchen von Brücke das Blut in den Gefässen und dem Herzen sich vollkommen ruhig befand, während wir es in unseren Fällen mit Gerinnung des noch bewegten und strömenden Bluts zu thun haben.

Steht uns daher noch eine andere Erklärungsweise zu Gebote, welche nur auf sicher erkannten Gerinnungsursachen des Bluts basirt ist, so wird man derselben wohl den Vorzug geben müssen.

Was die Thrombusbildung in den Sinus durae matr. betrifft, welche man zuweilen nach Kopfverletzungen vorfindet, so deutet schon Virchow[1]) darauf hin, dass bei ihnen häufig eine primäre Thrombose der Venae diploëticae stattfinden möge, in Folge des Contacts des Bluts mit der athmosphärischen Luft bei gleichzeitig aufgehobener Continuität der Gefässe (hämorrhagische Thrombose). Bei der eigenthümlichen Beschaffenheit der Venae diploëticae, welche in den Breschetschen Räumen verlaufend mit ihren Wandungen straff an den unnachgiebigen Knochen geheftet sind, ist ein Collabiren der Wände nicht möglich. Sie stellen daher im Falle einer Verletzung klaffende Venenmündungen dar, in welche ein sich ausserhalb bildender hämorrhagischer Thrombus sehr leicht sich fortsetzen muss und durch weiteres Wachsthum sich bis auf die Sinus ausbreiten kann. Bei der Thrombose der Sinus in Folge von Caries der Schädelknochen scheinen mir diese eigenthümlichen Verhältnisse der Venae diploëticae ebenfalls von Belang zu sein. Es muss nämlich durch die in Folge des ulcerösen Processes im Knochen bedingte Nekrose der einzelnen Knochenlamellen und Bälkchen nothwendig die Zufuhr von Blut aus dem Knochen in die grössern Venenstämmchen vermindert werden, ja in manchen Fällen wird es selbst vorkommen, dass die Blutzufuhr aus dem Knochen zu einzelnen von diesen völlig aufgehoben ist. Da aber eine Verengerung des Lumens dieser Gefässe, wie oben bemerkt wurde, nicht möglich ist, so kömmt es bei verminderter oder aufgehobener Zufuhr zur Stockung und zur Thrombusbildung in denselben, welche sich unter Umständen bis in den Sinus fortsetzen

---

[1]) Ges. Abh. zur w. Med. 619.

wird. Die Thrombose in solchen Fällen wäre somit in den Sinus als eine fortgesetzte, in den kleinen Venen der Diploë als eine primäre, durch relativ zu grosse Weite ihres Lumens entstanden, zu betrachten.

Eine ähnliche Anschauung lässt sich auch für ausgebreitete, meist mit Verjauchung einhergehende Entzündungen des Zellgewebes gewinnen, Entzündungen, bei denen es ja bekanntlich leicht zur Phlebitis in grösseren Venenstämmen und zu den Erscheinungen der Pyämie und der metastatischen Ablagerungen kömmt. Bei solchen phlegmonösen Entzündungen wird meist rasch ein mehr oder minder grosses Gebiet von Venenwurzeln durch den schnell um sich greifenden und zur Nekrose der Gewebe führenden Entzündungsprocess zerstört, und dadurch die Blutzufuhr in die kleinen Venenstämmchen vermindert oder völlig aufgehoben, wodurch das in denselben befindliche Blut durch die mangelnde vis a tergo stagniren muss. Hier kann nun allerdings der Umstand leichter eintreten als bei den Venen der Diploë, dass diese kleinen Gefässe collabiren und ihren Inhalt bis über den nächsten Collateralast austreiben, wodurch eine Thrombusbildung in denselben vermieden wird, und worin denn wohl der Grund liegen mag, dass es in solchen Fällen nicht immer zur Phlebitis kömmt. Ist es jedoch in Folge des Entzündungsprocesses zuvor zu einer festen und derben Infiltration und Verdichtung des die kleinen Venen umgebenden Bindegewebes und ihrer Adventitia gekommen, so werden auch hier, wie in den Venen der Diploë, durch die Unnachgiebigkeit des Gefässrohres bei verminderter Zufuhr solche Bedingungen gegeben, die die Entwicklung von Thromben begünstigen müssen. Diese kleinen Thromben wachsen und erreichen schliesslich die grössern Stämme, in denen es zur Phlebitis kömmt. Der Grund, warum diese consecutive Phlebitis meist zur Eiterung und zur Zerstörung der Venenwand führt, und nur selten die sogen. adhäsive Form zeigt, liegt in der deletären Beschaffenheit des Thrombus, der aus dem Jaucheheerd hervorwachsend, durch Imbibition dieselbe bis in die grössern Gefässe fortpflanzt.

Eine solche Anschauung für die Entstehung der Thrombose und Phlebitis in der Umgebung von entzündlichen Processen würde demnach das Gebiet der sogen. secundären Thrombose in Folge von Entzündung der Gefässwand noch mehr beschränken, indem die Blutgerinnung in den kleinen Venen als Folge der eingetretenen Blutstockung betrachtet werden müsste, diejenige in den grössern Venen aber als durch Fortleitung (fortgesetzte Thrombose) entstanden sich

darstellen lässt, während die Entzündung der Venenwand als eine secundäre aufzufassen wäre. Nur in sofern könnte die Entzündung der Adventitia der kleinen Gefässe als bedingendes Moment zur Thrombusbildung Geltung haben, als die feste Infiltration des Bindegewebes das Collabiren der Vene verhindert. Diese Anschauung, gegen welche zwar mancherlei Einwände geltend gemacht werden können, ist keineswegs neu, und finden wir bereits Andeutungen darüber in der an Fülle von anregenden Ideen so reichen „rationellen Pathologie" von Henle[1]), dem die begünstigenden Momente für die Thrombusbildung in den nicht contractilen Venen, wie in den Sinus der harten Hirnhaut, den Knochenvenen, und in Venen deren Wandungen gelähmt oder schwielig verdickt sind, nicht entgingen. Ebenso finden wir daselbst die Bemerkung, dass bei Stockungen im Capillargefässsystem in Folge der mangelnden vis a tergo das Blut der daraus entspringenden Venen zur Ruhe und Gerinnung kommen kann, und sich so scheinbare Venenentzündungen aus capillaren Stockungen entwickeln können.

Doch bin ich weit davon entfernt, diese Theorie auf alle Fälle von sogen. secundärer Thrombose anwenden zu wollen, und weiss die Einwände, welche dagegen erhoben werden können, zu würdigen. Hauptsächlich wird man entgegnen können, dass man eben die Thromben in den kleinen Venen nicht gesehen habe, und dass somit diese Erklärungsweise unzulässig sei. Bedenkt man aber die anerkannte Schwierigkeit, kleine Gefässe und namentlich Venen in den jauchigen Zerstörungen der Gewebe zu verfolgen, indem die kleinen Venenstämmchen, in welchen die Thrombose ihren Ursprung genommen hat, wohl meist bis es zum Tode kömmt in dem Jaucheheerde mit sammt ihren Thromben längst zerstört sein müssen, so verliert der Einwand sehr an Gewicht. Ja es giebt Fälle von phlegmonösen Entzündungen, wo man in den grössern Gefässen keine Thromben oder entzündliche Veränderungen bis jetzt aufzufinden im Stande war, und bei denen man dennoch durch die dabei gleichzeitig vorkommenden metastatischen Heerde in den Lungengrade zur Annahme von zerfallenden Thromben in den kleinen Gefässen gedrängt wird, die vermuthlich bereits zerstört sind.

---

[1]) a. a. O. II. 516 u. 517

2. Sinusthrombose in Folge von Verengerung des Lumens durch Hineinragen von fremdartigen Theilen, und durch Compression.

Eine Thrombusbildung aus den in der Ueberschrift dieses Abschnittes angegebenen Ursachen ist a priori sehr wahrscheinlich, obwohl die wenigen in der Literatur aufgeführten Fälle meist noch andere Quellen für die Thrombusbildung erkennen lassen. Bei der durch Hereinragen von fremden Körpern und Geschwülsten bedingten Gerinnselbildung kommt ausser der durch die Verengerung des Lumens bedingten Stockung des Bluts noch die Berührung desselben mit einem fremdartigen Körper als Gerinnung befördernder Moment in Betracht.

33. [1]) Ein 23jähriger Mann litt seit einem Jahre an Otorrhoe. Nach allgemeinem Unwohlsein traten wiederholte, ziemlich typische Frostanfälle mit nachfolgender Hitze und Schweiss ein. Kopfschmerz, Ueblichkeit, entzündliche Anschwellung der Speicheldrüse, die Fieberanfälle erscheinen später weniger regelmässig. Grosse Unruhe, Schmerz in der Lebergegend mit Vergrösserung dieses Organs. Starker Icterus, diarrhoische Stühle. Collapsus. Tod am Ende der 4. Woche. Section. Im Innern des linken Felsenbeins befand sich ein grosses rundes Cholesteatom, welches den Knochen an 2 Stellen an seiner hintern und an seiner vordern Seite durchbrochen hatte, und frei gegen die Schädelhöhle hervorsah. Der obere Rand des Felsenbeins bildete nur noch eine Brücke über der Höhlung, in der die Geschwulst lag. Das Gehirn zeigte an dieser Stelle eine graue faulige Färbung. An der vordern Seite des Knochens war auch die sehr verdickte Dura mater in einem runden Loche durchbrochen, an der hintern dagegen traf der Durchbruch gerade auf die Krümmung des Sinus tranversus, der rückwärts durch alte z. Th. entfärbte, brüchige und adhaerente Pfröpfe vollkommen verstopft war, während nach vorn gegen den Sinus jugularis hin sich eine theils puriforme, theils jauchige und schwärzliche Masse erstreckte. Vom Foramen jugulare an war nur noch eine unzusammenhängende fetzige Masse zu verfolgen; das Stück der Vena jugul. bis zur Einmündung der Schlundäste ganz zerstört, und Eiter in das umliegende Zellgewebe ergossen. Tiefer hinab war die Jugularis wieder obturirt durch einen Pfropf, der oben breiig und puriform war, nach unten hin fester sich bis in die Subclavia hinein

---

[1]) Virchow, dessen Archiv. 8. 375.

fortsetzte. Alte Gonarthrokace. Das Blut meist locker geronnen; Hyperämie der Bronchien und Lungen; Oedem der letztern; in der rechten Lunge oben ein dunkelrother Heerd. Leber gross; Milz desgleichen und schlaff. Nieren gross, icterisch. Hyperämie und Ecchymosen der Darmschleimhaut; Schwellung der Solitärdrüsen.

Obwohl in diesem Falle in Folge der Neubildung im Felsenbeine vermuthlich eine gleichzeitige Caries desselben bestand, wie auch Lebert[1]) annimmt, so ist doch sicher auch die Verengerung des Lumens durch die hineinragende Geschwulst und der Contact des Blutes mit derselben bei der Entstehung des Thrombus wirksam gewesen.

34. Paletta[2]) hat eine Beobachtung, welche sich bei Stannius wiederfindet, nach welcher der Sinus longitudin. sup. durch exulcerirte Tuberkeln (?) so comprimirt war, dass dessen Lumen in einer 3 Finger breiten Strecke völlig undurchgängig war.

Es findet sich ferner bei Förster[3]) eine Angabe, dass bei Perforation der Sinus durch grosse Pacchionische Granulationen Thrombose derselben vorgefunden werde, ein Vorgang, der jedoch von Virchow nicht beobachtet worden ist. [4])

35. [5]) Ein 18jähriger Soldat wurde durch eine Handgranate am linken Stirnbein verletzt. Nach vorgenommener Trepanation traten pyämische Fieberparoxysmen mit Husten ein. Delirien. Tod am 21. Tage. Section. Bei der Eröffnung des Schädels zeigte sich, dass ein $^1/_2$ Zoll langer Splitter von der Tabula vitrea in den Sinus longit. sup. eingedrungen war. Im Sinus befand sich eitrig zerfallenes (Materie wie in einem Atherom) und polypöses Gerinnsel, von dem ein Theil die Oeffnung in den Sinus horizontalis verstopfte. Es fand sich ferner Eiter unter dem Pericranium, eitrige Arachnitis und ein Blutextravasat auf der innern Fläche des Schläfenbeins.

Man könnte auch hier entweder eine, sei es von der Verletzungsstelle, sei es von der Trepanationswunde im Knochen ausgehende hämorrhagische Thrombose annehmen, oder eine Caries der Schädelknochen als Ausgangspunct der Sinusaffection betrachten; jedoch ist das Eindringen des Splitters in den Sinus eine zu nahe liegende Veranlassung zur Blutgerinnung um nach einer entfernteren zu suchen. Es mag dabei

---

[1]) A. a. O. p. 421.
[2]) Exercitat. patholog. mediol. 1820. 4. 94. Stannius a. a. O. 36.
[3]) Handbuch der spec. pathol. Anat. 616.
[4]) Handb. d. spec. Pathol. I. 164.
[5]) Schmucker, a. a. O. I. 85.

einestheils die Verengerung des Lumens, anderntheils aber der Contact mit dem fremden Körper gewirkt haben. Es mag schliesslich hier bemerkt werden, dass Tonnelé (vergl. Rilliet et Barthez maladies des enfants 1. 106) angeschwollene tuberculöse Lymphdrüsen und eine Geschwulst, welche durch Caries der Halswirbel bedingt war, beobachtet hat, die durch Druck auf die Vena cava das Blut in derselben zur Gerinnung brachten, wobei sich die Thrombose in die Sinus fortsetzte.

3. Sinusthrombose in Folge von schwächenden Einflüssen.

Die Zahl der hierher gehörigen Beobachtungen bildet nahezu den vierten Theil der von mir gesammelten Fälle. Ihre nähere Betrachtung gewährt manche interessante Gesichtspuncte, besonders bei der Vergleichung mit den in dem ersten Abschnitte zusammengestellten Fällen. Ich schicke die Beschreibung derselben im kurzen Auszuge voran.

36.[1]) Eine alte Frau aus der Abtheilung der sogenannten Gâteuses in der Salpétrière, welche an Geistesschwäche litt, starb nach 24stündigen comatösem Zustande. Section. Es zeigte sich im Sinus longit. sup. ein nicht entfärbter glänzend schwarzer, adhärirender Thrombus; ähnliche Pfröpfe erfüllten die einmündenden Venen. Die graue Substanz der grossen Hemisphären enthielt zahlreiche, capilläre Hämorrhagien; auf der Convexität der rechten war eine ausgebreitete gebliche Narbe vorhanden, die auf Kosten vieler Gehirnwindungen gebildet war.

37.[2]) Bei einer 80jährigen Frau trat zuerst eine unschmerzhafte Infiltration der linken untern Extremität auf. Bald hernach zeigte sich die linke Körperhälfte mit Ausnahme des Gesichts und der Zunge gelähmt; zeitweilig trat Contractur im gelähmten Arme auf. Zuletzt auch rechtsseitige Lähmung. Tod. Section. Es findet sich im vordern Theil des Sinus longit. sup. ein adhärirender, nicht entfärbter, im hintern Theil desselben ein völlig entfärbter Thrombus, welcher beiderseits einen Zoll weit über das Torcular Herophili hinaus in die Sinus laterales sich erstreckte. Die einmündenden Vv. cerebrales sup. sind ebenfalls mit Pfröpfen angefüllt. Im Sack der Arachnoidea ein frisches Extravasat, welches sich über die Convexität beider Hemisphären ausbreitet. Oedem der Pia mater. Das Gehirn atrophisch. Ausgebreitete rothe Erweichung der grauen Substanz in der rechten Grosshirnhe-

---

[1]) Cruveilhier, Anat. pathologique L. 36. p. 2.

[2]) Cruveilhier, a. a. O. L. 36. p. 4 u. 5.

misphäre. Alte gelblich gefärbte Narben und gelblich erweichte Stellen in der Gegend der Fossa Sylvii. Ausserdem fand sich eine eitrige Phlebitis der Vena iliaca commun. und cruralis sinistr., auch die Vena azygos enthielt Eiter fast bis zu ihrer Einmündung in die Vena cava super. Leichter seröser Erguss in der linken Pleurahöhle. Lungen gesund. Partielle Atrophie der Seitenwandbeine.

In diesen beiden Fällen ist es ohne Zweifel das hohe Alter, der senile Marasmus, welchem die Sinusthrombose zur Last gelegt werden muss. Im letztern Falle finden sich noch in andern Theilen des Venensystems eitrig zerfallene Pfröpfe, welche aus derselben Ursache herrührend, frühern Ursprungs zu sein scheinen, wie sowohl die Krankheitsgeschichte als auch die weit gediehene Umwandlung beweisen.

38. [1]) Ein zweijähriges Kind, welches schon lange sehr schwach war, starb plötzlich unter Erstickungszufällen. Bei der Section fand sich im vordern Theile des Sinus long. sup. ein frisches Gerinnsel, der hintere Theil desselben war mit Pseudomembranen und weinhefenfarbiger Flüssigkeit gefüllt; die in den Sinus einmündenden Venen waren sehr durch Blut ausgedehnt. Im Centrum der rechten Hemisphäre war ein grosser apoplectischer Herd.

In diesem Falle ist wohl der kindliche Marasmus als die Ursache der Sinusthrombose zu betrachten, und es reiht sich derselbe völlig an die beiden vorhergehenden von Marasmus senilis an.

39. [2]) Ein vierzehnjähriger Knabe litt an Wechselfiebercachexie mit Oedem der Gliedmaassen, Leber- und Milzanschwellung. Es trat Durchfall und Husten ein wozu sich Ohnmachten mit Cyanose des Gesichts und Athembeschwerden gesellten und den Tod herbeiführten. Section. Es fanden sich im Sinus long. sup. und in den Sinus laterales feste Gerinnsel. Das Gehirn war normal; in den Ventrikeln eine Menge Serum. Die Milz vergrössert; Lungen hepatisirt.

40. [3]) Ein fünfjähriger Knabe, seit mehreren Monaten an Pleuritis erkrankt, welche von Oedem der Füsse und Athembeschwerden begleitet war, starb plötzlich. Section. Im Sinus long. sup. fand sich ein beträchtliches Coagulum, welches gelblichen Eiter einschloss. Die Gefässe der Pia mater mit Blut gefüllt. Oedem der Pia, und Hydrops der Seitenven-

---

[1]) Tonnelé, a. a. O., bei Lebert a. a. O. p. 387.
[2]) Tonnelé, Rusts Magaz. 41. p. 139. 1834. V. Albers.
[3]) Tonnelé, a. a. O.

trikel. Rechtsseitiges pleuritisches Exsudat mit Verengerung des Thorax. An der Basis der linken Lunge eine Eiterhöhle (metastatischer Abscess?).

41.[1]) Ein vierjähriges Mädchen, mit Ophthalmie und Drüsenanschwellungen behaftet, wird von Pneumonie des rechten obern Lungenlappens befallen. Anschwellung der Gland. submaxillaris. Pupillenerweiterung. Tod am 5. Tage. Section. Im Sinus longit. super. befindet sich ein Blutgerinnsel, welches der Wandung innig adhaerirt und in seinem Innern z. Th. eitrig erweicht ist. Dasselbe setzt sich eine Strecke weit in beide Sinus laterales fort. Die einmündenden Venae cerebrales enthalten alle mit Gerinnseln untermengten Eiter. Auf der linken Hemisphäre zeigt sich eine Ecchymose. Das Gehirn konnte nicht näher untersucht werden.

42.[2]) Ein 53jähriger Mann litt an Husten mit reichlichem Auswurf. Der Unterleib schmerzhaft; Ascites; Fieber; Appetitlosigkeit; Stuhlverstopfung. Harn sparsam. Später Schmerz in der Lebergegend; Icterus; Zunahme des Hydrops; Abnahme der Kräfte; Diarrhoe; Secescus inscii; Anfälle von Bewustlosigkeit; Tod. Section. Im Sinus long. ein $^1/_4$ Zoll langer, die Hälfte des Canals ausfüllender, ziemlich fester, aber ganz entfärbter, fortgesetzter Pfropf, aus einer oberflächlichen Vene der Arachnoidea, die in einen Haufen von Granulationen führte, linkerseits hervorkommend. Auf der Oberfläche der Arachnoidea eine dünne Exsudatschichte mit vielen frischen Blutkörperchen und gelblichem icterischem Serum. Ueberall auf der Oberfläche in den Granulationen verkalkte geschichtete Körper, die Gerinnsel auf den Granulationen selbst zum Theil knotig und kolbig. Am kleinen Gehirn unter der Arachnoidea ein kleines Cholesteatom. Ascites; Lebercirrhose; Milz klein. Degeneration der Nieren mit Cysten und Concrementbildung. Oedem der Lungen; obturirende Pfröpfe in den Lungenarterien.

Die Fälle 39, 40, 41 und 42 sind Beispiele, bei denen die Sinusthrombose als das schliessliche Resultat eine chronischen Cachexie betrachtet werden muss. Doch fehlt es auch nicht an solchen, bei denen rasch einwirkende, in hohem Grade debilitirende Einflüsse zur Sinusthrombose führen, wie in den nachfolgenden Beispielen gezeigt werden soll. Namentlich sind profuse Blut- und Säfteverluste in dieser Beziehung von Wichtigkeit.

---

[1]) Cruveilhier, a. a. O. L. 8. pl. 4 Fig. 2. u. 3. pag. 4.
[2]) Virchow, in dessen Arch. VIII. p. 376.

43. [1]) Eine 23jährige Frau, Wöchnerin, wurde in der ersten Woche nach der Entbindung zweimal von Peritonitis befallen, zu deren Beseitigung innerhalb 9 Tagen wiederholte, sehr reichliche locale Blutentziehungen gemacht wurden. Es wurden nämlich 2 Mal 40 und 2 Mal 20 Blutegel, in Summa 120 Stück applicirt. Vierzehn Tage nach der Entbindung trat Kopfschmerz und Erbrechen ein, worauf eine halbseitige Lähmung folgte. Grosse Unruhe, Geschrei; Coma und schliesslich Tod 3 Wochen nach der Entbindung. Es muss bemerkt werden, dass in Folge dieser neuen Zuzälle ein Aderlass gemacht wurde und zu verschiedenen Malen je 15 Blutegel gesetzt wurden. Section. Es fand sich der Sinus long. sup. sehr ausgedehnt und schwärzlich durchschimmernd. Er war mit einem Gerinnsel angefüllt, in dessen Mitte eine puriforme weinhefenfarbige Flüssigkeit enthalten war. Die Vv. cerebral. sup. durch schwärzliche Gerinnsel ausgedehnt. Der Sinus lat. dext., welcher an seinem Ursprunge doppelt war, enthielt ebenfalls eine eitrige weinhefenfarbige Flüssigkeit, welche gegen die Vena jugul. durch einen festen Thrombus abgeschlossen war. Die übrigen Sinus völlig normal. Auf der Oberfläche des Gehirns in der grauen Substanz waren Ecchymosen, welche vorzugsweise längs den entzündeten (thrombosirten) Venen auf der Convexität und der Basis ihren Sitz hatten. Im kleinen Becken 2 Eiterheerde; in den Uterinvenen, der Ansatzstelle der Placenta entsprechend, waren sehr derbe kleine schwarze Pröpfe. In der Brusthöhle nichts Abnormes.

Dieser Fall ist jedenfalls sehr bemerkenswerth. Dass im Puerperium Gerinnungen in den Venen häufige Vorkommnisse sind, ist eine bekannte Sache, allein meist sehen wir dieselben von den Uterinvenen, dem Plexus pampiniformis oder den unteren Extremitäten ausgehen, und es lässt sich ihre Entstehung meist auf eine hämorrhagische oder mechanische Ursache zurückführen, Compression oder Dilation. Doch gehören auch marastische Thrombosen im Puerperium nicht zu den Seltenheiten, indem der Geburtsact selbst und die mit demselben häufig verbundenen Blutverluste in hohem Grade schwächende Einflüsse abgeben. Zwar ist in dem obengenannten Falle die Geburt normal verlaufen, allein es drängt sich unwillkührlich der Gedanke auf, dass die eines Bouillaud vollkommen würdigen colossalen Blutentziehungen, welche wegen der Peritonitis vorgenommen wurden, den Anstoss zur Throm-

[1]) Cruveilhier, Anat. path. Liv. 36. p. 2 u. 3

bose des Sinus abgegeben haben, wie denn aus den oben p. 165 angeführten Verhältnissen hervorgeht, dass gerade eine bedeutende Verminderung der Blutmasse zur Verlangsamung der Blutströmung und zu Gerinnungen in den Sinus Veranlassung geben kann. Es fanden sich allerdings auch Thromben in den Uterinvenen, allein diese können nicht wohl in directe Beziehung zu der Thrombusbildung in den Sinus gebracht werden.

Förster[1]), welcher bei der puerperalen Thrombose der Sinus ausser der Schwäche, Faserstoffreichthum des Bluts und erhöhte Gerinnbarkeit als Entstehungs-Momente betrachtet, scheint auch Fälle beobachtet zu haben, in welchen die Gerinnung secundär in Folge ausgebreiteter metastatischer Infarcte und Entzündungsheerde aufgetreten ist, indem durch die Stockung in den Capillaren Gerinnungen in den Hirnvenen zu Stande kommen, die sich bis in die Sinus fortsetzen. Dass ein solcher Fall hier nicht vorliegt scheint ziemlich klar, da ausser einigen oberflächlichen Ecchymosen, die gewiss eher die Folge als Ursache der Thrombose waren, von einem hämorrhagischen Infarct nichts gesagt wird, und überhaupt nirgends, namentlich nicht in den Lungen, Metastasen vorhanden sind.

Mit dem vorliegenden Falle scheint mir ein anderer sogleich zu referirender verwandt zu sein, obwohl hier vermuthauch noch andere Ursachen mitgewirkt haben.

44 [2]) Ein Soldat erhielt eine Schusswunde am linken Seitenwandbein, welche eine Fractur mit Eindruck herrvorrief. Die eingetretenen Symptome nöthigten zur Vornahme der Trepanation, wobei innerhalb kurzer Zeit 5 Aderlässe gemacht wurden. Tod am 13. Tage. Section. Es fanden sich fleischige Gerinnsel im Sinus transv. sinist.; kleinere dergleichen waren im Sinus longit. super. und im Sinus transv. dext. Ausserdem war eine Fissur der innern Hirnschaale und eine eitrige Arachnitis vorhanden. In diesem Falle sind verschiedene Möglichkeiten vorhanden, durch welche die Gerinnselbildung in den Sinus herbeigeführt werden konnte. Die Verletzung, die vorgenommene Trepanation und schliesslich 5 Aderlässe innerhalb kurzer Zeit gehören sicher zu den schwächenden Ursachen, welche das Ihrige zu der Thrombose beigetragen haben, wenn auch die Wahrscheinlichkeit einer traumatisch-hamorrhagischen Thrombose nicht in Abrede gestellt werden soll, und alle diese Momente gleichzeitig ihren Einfluss

---

[1]) Handb. d. pathol. Anatomie. II. p. 616.
[2]) Schmucker, a. a. O. I. p. 75.

geltend gemacht haben können. Doch wäre bei letzter Veranlassung, wohl eher ein bereits zerfallener Thrombus zu erwarten gewesen.

45. [1]) Ein 20jähriges Dienstmädchen, seit 8 Tagen unwohl, litt bei ihrer Aufnahme in das Hospital an Diarrhoe, verbunden mit einer rothen, zur Trocken geneigten Zunge. Sie giebt nur langsam kurze Antworten. Nach 12 Tagen traten die Erscheinungen einer rechtsseitigen Pleuropneumonie hinzu. Unter fernerer Entwicklung von Gehirnsymptomen, wie Contractur der Halsmuskeln, und schliesslich sämmtlicher Muskeln, rechtsseitigen epileptiformen Convulsionen und eines comatösen Zustandes, erfolgte der Tod 22 Tage nach der Aufnahme ins Hospital. Section. Es fand sich im Sinus long, super. ein fester, adhaerirender Thrombus, der in seinem Innern theilweise eitrig zerfallen war; in den Vv. cerebrales schwarze, stellenweise entfärbte, steife adhaerirende Pfröpfe, in den Sinus laterales adhaerirende speckhäutige Gerinnsel. Auf der Oberfläche der linken Grosshirnhemisphäre in der Nähe des Sinus longit. capilläre Apoplexien und rothe Erweichung, zum Theil bis in die Marksubstanz dringend, auf der rechten Seite ist die rothe Erweichung weniger ausgedehnt und nicht so vollständig. Der rechte untere Lungenlappen ist im 2. Stadium der Hepatisation. Etwa ein Fuss oberhalb der Coecalklappe befinden sich im Dünndarm drei runde (ringförmige? circulaires) Geschwüre. Die Metsenterialdrüsen geschwollen, livid geröthet, aber nicht erweicht. Ob man es hier mit einem Typhus mit secundärer Pneumonie zu thun hat, lässt sich nicht sicher erweisen, wegen der mangelhaften Angabe des Leichenbefunds, doch scheint diese Annahme nicht unwahrscheinlich. Die Thrombose in den Sinus, die sich mit ihren Folgen nach dem Auftreten der Pneumonie entwickelte, kann sehr wohl für eine marantische betrachtet werden, wenn man nicht die Gehirnaffection für metastatisch und die Thrombose für eine fortgesetzte halten will, eine Annahme, die mir jedoch weit gezwungener erscheint. Ganz ähnlich ist folgender Fall.

46. [2]) Ein 12jähriges Mädchen war seit 1 Monat unter den Erscheinungen von Fieber, Appetitlosigkeit, starker Diarrhoe u. s. w. erkrankt. In das Hospital aufgenommen, ward ihr Zustand als ein Endstadium von Typhus betrachtet. Die Diarrhoe hält an, und das Befinden ist nach 13 Tagen noch

---

[1]) Cruveilhier, a. a. O. Liv. 20. pl. IV. p. 4.

[2]) Bouchut, Gaz. des hôpitaux Nr. 126. 1857. Canst. Jahresbericht pro 1857. III. 222.

wenig gebessert. Plötzlich traten klonische und tonische Convulsionen mit Verlust des Bewustseins und erhaltener Sensibilität ein. Diese Erscheinungen dauern eine Stunde lang, worauf Ruhe wiederkehrt. Doch bald kommt ein neuer Anfall und Muskelzittern, das bis zum Tode andauerte; auf die Convulsionen folgt Coma mit Contractur der Vorderarme und Hände und engen Pupillen; Puls 122. Tod. Bei der Section findet man zum Theil vernarbte, zum Theil im Heilen begriffene typhöse Geschwüre, ferner kleine Purpuraflecken in der Magen- und Nierenbeckenschleimhaut; ähnliche kleine Ecchymosen unter der Haut der untern Extremitäten, in den letzten Lebensstunden entstanden. Der ganze Sinus longit. (die übrigen sind unverändert) ist durch ein überall anhaftendes, theilweise entfärbtes Gerinnsel verstopft, und ebenso alle Venen der Pia die von demselben abgehen. Die ganze Pia mater ist an der Hirnoberfläche und zwischen den Windungen des Hirns mit Blut durchsetzt, ja an einigen Stellen, besonders in der rechten Sylvischen Grube, liegen bedeutendere Extravasate. Im rechten Vorderlappen findet sich endlich noch ein Heerd mit zum Theil frischen, zum Theil älteren Blutmassen erfüllt.

Diesen 11 Fällen füge ich noch 4 weitere hinzu, welche Dr. Gerhardt[1]) mittheilte. Sie betreffen sämmtlich ganz kleine künstlich aufgefütterte Kinder, und zeigen eine grosse Uebereinstimmung untereinander.

47. Ein 8 Wochen altes Mädchen, künstlich aufgefüttert und sehr abgemagert, wurde von Diarrhoe befallen, wozu sich Husten mit Erscheinungen von Bronchitis und Verdichtung des Lungengewebes gesellten. Die Kopfhaut ist schlaff, die grosse Fontanelle klein und vertieft, die Schädelknochen über einander geschoben. Cyanose; die Gefässe zwischen der grossen Fontanelle und der Schläfe stark angefüllt, die Vena jugul. externa rechts sehr wenig, links stark ausgedehnt. Seltenes Aufschreien, Contractur der Nackenmuskeln, Bewusstlosigkeit; Tod. Bei der Section fanden sich die Schädelknochen übereinandergeschoben, besonders am Hinterhaupt; aus der hintern Schädelgrube floss viel Serum ab. Der Sinus longit. sup. und der Sinus transvers. dexter nebst mehreren einmündenden Venen der rechten Hemisphäre mit steifen Thromben gefüllt, die durch frische Anlagerungen stellenweise roth gefärbt sonst aber von grauer Farbe und hart sind, und im Sinus longit. adhaeriren. Im Innern sind sie stellenweise erweicht. Die Pia mater stark injicirt und oedematös. Oedem und grosser

[1]) Deutsche Klinik 1857. Nr. 45.

Blutreichthum des Gehirns. Die Lungen, in ihren vorderen Partien emphysematisch aufgetrieben, zeigen stellenweise Atelectase und lobuläre Kerne. Melanotische Färbung des Dünndarms und der geschwellten Follikel im Dickdarm.

48. Ein 3 Monate alter gut genährter Knabe leidet an profusen Durchfällen. Grosse Fontanelle flach, stark pulsirend. Vena temporalis und frontalis stark entwickelt. Vena jugul. beiderseits stark und zwar gleichstark gefüllt. Stilles Daliegen, starrer bewusstloser Blick, zeitweiliges Schielen. Pupillen gleichweit. Es tritt völlige Bewusstlosigkeit mit Opisthotonus und Muskelstarre ein. Die Fontanelle sinkt ein, die Schädelknochen verschieben sich übereinander. Strabismus convergens; Nystagmus. Die Diarrhoe steht. Anfangs stärkere Füllung der Vena jugularis ext. sin.; später tritt die gleichnamige Vene der rechten Seite strotzend hervor, während die linke fast leer erscheint; linksseitige leichte Faciallähmung; linke Pupille weiter. Nachdem vorübergehend etwas Besserung eingetreten war, tritt wieder Verschlimmerung ein mit Zeichen von Verdichtung der Lunge rechts und hinten. Tod am 11. Tag. Section. Extravasat im Unterhautbindegewebe am Hinterhaupt; die hintere Hälfte der Schädelknochen sehr hyperämisch. Im Sinus long. sup. vorn flüssiges Blut und frische Gerinnsel; $1\frac{1}{2}$ Zoll von dessen hinterem Ende beginnt ein höckeriger entfärbter aber noch nicht erweichter Thrombus, der sich in beide Sinus transversi so massenhaft fortsetzt, dass diese, besonders der linke, als dicke, rundliche, harte, Wülste von Aussen erscheinen. Sie haben die gleiche Beschaffenheit wie der obige Thrombus und erstrecken sich bis $\frac{1}{2}$ Zoll vom Foramen jugulare, wo sie mit glatten Spitzen endigen. Der linke adhaerirt stellenweise und erfüllt den Sinus vollständig, der rechte nicht. Hyperämie der Pia mater und der grauen Hirnsubstanz. In beiden unteren Lungenlappen pneumonische Heerde. Im Darm der gewöhnliche Befund.

49. Ein 11 Tage altes Mädchen collabirt nach 3tägigem Brechdurchfall. Die Schädelknochen verschieben sich. Sopor. Contractur der Nackenmuskeln. Tod. Section. Cyanose der Nase bis zur Wurzel, der Innenhälfte der Wangen, der Oberlippe und der Augenlider. Vena facialis anterior beiderseits stärker gefüllt als die Vena fac. posterior und lingualis, enthält aber keine Thromben. Die grosse Fontanelle sehr eingesunken, die Schädelknochen übereinander geschoben. Durch Einblasen von Luft in die Vena jugularis int. dextra wölbt sich die Fontanelle und gleicht sich die Knochenverschiebung

fast völlig aus. Im Sinus rectus und im Anfang der beiden Sinus transversi etwa $1/2$ Zoll weit befindet sich ein völlig entfärbter, bröckliger, adhärirender, symmetrisch gebauter Pfropf, welcher das Lumen völlig verschliesst. Hyperämie und Oedem des Gehirns und der Pia mater mit den Plexus. Beide Lungen in ziemlichem Umfange atelectatisch. Catarrh des Darmkanals. Milz gross. Kleine Extravasate und gallertige Verdickungen an den freien Spitzen der Valv. mitralis und tricuspidalis.

50. Ein 3 Wochen alter Knabe erkrankt an Diarrhoe und Erbrechen. Die Fontanelle sinkt ein. Collapsus, Sopor, Strabismus, Lähmung des Facialis rechts. Contractur der Nackenmuskeln und der Extremitäten. Die rechte Vena jugularis etwas weniger angefüllt als die linke. Später tritt Pulslosigkeit und Cyanose des Gesichts ein; die zuvor eingesunkene Fontanelle wölbt sich wieder und ist prall; beide Jugularvenen gleichmässig schwach gefüllt. Die Hautvenen am linken Ohr stark ausgedehnt. Tod nach 3 Tagen. Section. Leiche marastisch. Fontanelle und Nahtverbindung ziemlich weit und mässig gespannt. Im Sinus longit. sup. ein sehr reichliches doch nicht entfärbtes und an den Wandungen etwas adhärentes, schwarzrothes Coagulum, welches sich namentlich nach hinten gegen den Confluens Sinuum hin noch in einiger Ausdehnung in die Sinus transversi fortsetzt. Die Pia mater und das Gehirn anämisch, die Gehirnsubstanz weich. In der rechten Hemisphäre eine fast den ganzen Umfang derselben einnehmende mit fetzigen Wandungen begrenzte, eine ziemliche Menge blutiger Masse enthaltende Höhlung, welche sich in geringer Ausdehnung auch auf die linke Hemisphäre fortsetzt. An der Basis des Kleinhirns finden sich mässig reichliche Extravasate längs den Gefässen der Pia mater. In den Venen daselbst an verschiedenen Stellen schwarze, mässig feste Coagula. Auf der Valv. mitralis und tricuspidalis reichliche gallertige Verdickungen; auf einem Zipfel der letzteren, sowie in der Adventitia der Aorta ascendens ein kleines frisches Extravasat. Lungen lufthaltig, etwas ödematös, Milz klein. Harnsäureinfarct der Nieren. Catarrh des Darmkanals.

Die Art der Entstehung der Thromben, sowie die Deutung der während des Lebens beobachteten Symptome sind in dem sehr lesenswerthen Aufsatze von Gerhardt auf sehr plausible Weise erklärt, welcher Darstellung ich mich im Ganzen vollkommen anschliesse. Die durch die Diarrhoe und Cholera infantum herbeigeführten profusen Säfteverluste bedingen nothwendigerweise eine Abnahme der Menge des Bluts und eine

Eindickung desselben. Es kömmt zuerst zu einer Aufsaugung der Parenchymflüssigkeit der Organe, namentlich in dem sehr wasserreichen kindlichen Gehirn. Die Folge davon ist eine Volumsverminderung des Inhalts des Schädels, welche durch die Einwirkung des atmosphärischen Druckes in erster Linie Einsinken der Fontanelle, später aber, wenn dieses nicht mehr genügt, Uebereinanderschieben der Nähte herbeiführen muss. Genügt auch diese Compensation nicht mehr, so erfolgt stärkere Füllung und Ausdehnung der Gehirngefässe und der Sinus, und in Folge der durch die Verminderung der gesammten Blutmenge, die herabgesetzte Kraft des Herzens und die Eindickung des Bluts verlangsamten Strömung kommt es zur Thrombusbildung in der so sehr dazu geeigneten Localität der Sinus. Die verschiedene Füllung der Jugularvenen ergiebt sich natürlich als die Folge einseitiger Thrombose im Sinus transversus, indem diejenige Vene am wenigsten gefüllt sein wird, deren zuleitender Sinus verstopft ist. Diese Erscheinung, welche an der tiefliegenden Vena jugul. interna am stärksten ausgeprägt sein muss, giebt sich auf Umwegen auch an der gleichseitigen Vena jugul. externa kund.

Dieser Species von marantischer Sinusthrombose ist offenbar die von mir im Eingang mitgetheilte Beobachtung einzureihen. Auch dort haben wir in dem sehr ausgebreiteten eiternden Abscesse des Unterhautzellgewebes eine Quelle für einen profusen Säfteverlust, auch dort ist es ein Individuum im früheren kindlichen Alter, dessen geschwächte Herzkraft nicht mehr im Stande ist das dickflüssige in seiner Menge verminderte Blut mit solcher Schnelligkeit durch die Sinus der Dura mater zu treiben um dessen spontane Gerinnung zu verhindern. Bei der schon weiter vorangeschrittenen Consolidirung des Schädeldachs und der Beschränkung des Thrombus auf den Sinus long. sup. allein konnte natürlicher Weise weder eine Verschiebung der Nähte, noch eine verschiedene Füllung der Jugularvenen beobachtet werden. Die einzige Erscheinung während des Lebens, welche auf Rechnung der Verstopfung des Sinus long. sup. kommen mag, ist die kurz vor dem Tode aufgetretene Blutung aus der Nase. Sie scheint durch die behinderte Entleerung derjenigen Venae nasales bedingt gewesen zu sein, welche durch das Foramen coecum ihr Blut in den Sinus longit. sup. ergiessen und bei Kindern meist ansehnlicher und weiter sind als bei Erwachsenen. Auch fehlten, mit Ausnahme eines vorübergehenden convulsivischen Anfalls, alle Symptome, welche auf eine Affection des Gehirns deuten konnten, und kann man auf ihr

Vorkommen in diesem Falle bei der Häufigkeit ähnlicher Zufälle bei Krankheiten des kindlichen Alters wohl kein grosses Gewicht legen.

Eine directe metastatische Entstehung des Thrombus im Sinus von der verjauchten Stelle am Oberschenkel aus anzunehmen halte ich für einen im höchsten Grade unwahrscheinlichen Vorgang, da etwa losgerissene Emboli zuvor zwei Capillargefässsysteme passiren müssten, bevor sie in den Sinus gelangen könnten. In welcher Beziehung die frische Endocarditis und die lobuläre Pneumonie, die übrigens nicht in der metastatischen, sondern in der dem kindlichen Alter eigenthümlichen lobulären Form vorhanden war, zu dem Jaucheheerd stand, bin ich nicht im Stande anzugeben.

Vergleichen wir diese Fälle von marantischer Sinusthrombose mit denjenigen, in welchen dieselbe durch entzündliche Processe eingeleitet war, so findet sich eine Reihe sehr wesentlicher und für die Beurtheilung vorkommender Fälle sehr beachtungswerther Unterschiede.

Was zunächst das Alter der verschiedenen Kranken in beiden Abtheilungen betrifft, so springt sofort der Umstand in die Augen, dass während in der ersten Abtheilung das mittlere Lebensalter zwischen der Zeit der Pubertätsentwicklung und dem Greisenalter vorwiegt, in der letzten vorzugsweise das kindliche Alter bis zum 14. Lebensjahre vertreten ist, woran sich einige Fälle aus dem höheren Greisenalter anschliessen. Nimmt man dazu, dass Rilliet und Barthez[1]) ebenfalls noch 18 Fälle von Sinusthrombose bei Kindern beobachtet haben, welche in die letzte Abtheilung gehören, so stellt sich eine verhältnissmässig sehr grosse Häufigkeit der marantischen Thrombose der Sinus für das kindliche Alter heraus[2]).

---

[1]) Traité des maladies des enfants 2ème edit. I. 166.

[2]) Die obengenannten Autoren stellen folgende Alterstabelle ihrer Beobachtungen auf:

Kinder von	2 Jahren	6
„ „	4 „	4
„ „	5 „	1
„ „	6 u. 7 Jahren	2
„ „	9 Jahren	2
„ „	10, 11 u. 14	3
		18 Fälle.

In allen diesen Fällen war, wie ausdrücklich angegeben wird, ein chronischer Schwächezustand vorhanden (les enfants étaient minés par des affections chroniques); eine grosse Zahl war tuberculös, andere waren rhachitisch, und noch andere waren durch akute Krankheiten so geschwächt, dass ihre Reconvalescenz selbst als eine zweite Krankheit erschien. Die marantische Natur der Thrombose in diesen Fällen erscheint somit zweifellos dargethan. Die Schwäche der Herzkraft und Respiration im kindlichen Alter, sowie das häufigere Vorkommen von Caries des Schädels bei Erwachsenen, erklären diese Thatsache zur Genüge. Ein weiterer Umstand, der für die Aetiologie der in der 2. Reihe mitgetheilten Fälle sehr bemerkenswerth ist, tritt uns in der Thatsache entgegen, dass in einer verhältnissmässig grossen Zahl derselben respiratorische Hindernisse bemerkt wurden, welche der Entleerung des rechten Herzens hemmend entgegentreten, und zur Stauung des Bluts in den Halsvenen und den Sinus führen müssen. Friedreich[1]) hat auf diese Thatsache bei Besprechung der Gerhardt'schen Fälle schon aufmerksam gemacht, und hat ihre Bedeutung als weitere Ursache zur Verlangsamung der Blutströmung hervorgehoben. Abgesehen von der Schwäche der respiratorischen Muskeln in der Kindheit, welche die Wirkung der Aspiration des Bluts nach der Brusthöhle herabsetzt, finden wir in unsern 16 Fällen 10 Mal besondere Hindernisse angeführt, bestehend in Erkrankungen der Respirationsorgane, wie lobäre und lobuläre Pneumonie (bei Kindern) mit ausgebreiteter Atelektase der Lungen, chronisches pleuritisches Exsudat mit Verengerung des Thorax und obturirende Pfröpfe in den Lungenarterien mit Oedem der Lungen im Falle Nr. 42. In diesem kann es allerdings zweifelhaft scheinen, ob nicht diese obturirenden Pfröpfe als eine Folge der Sinusthrombose zu betrachten sind, doch giebt

---

Für unsere obigen 16 Fälle (der meinige mitgerechnet) ergiebt sich folgende Uebersicht:

Kinder bis zu 1 Jahr . . .	5	20 u. 23 Jahr	2
„ von 2, 4 u. 5 Jahr .	3	ein Erwachsener	1
„ „ 12—14 Jahr . .	2	53jähriger Mann	1
		hochbetagte Frau	1
		80jährige Frau	1

Somit kommen auf das kindliche Alter 10, das mittlere 4 und das Greisenalter 2 Fälle. Für die Sinusthrombose in Folge von entzündlichen Processen sind unter 28 Fällen in denen das Alter angegeben ist unter 14 Jahren 6, worunter nur einer aus dem ersten Lebensjahre, über 14 Jahren 22 Fälle, wovon keiner über dem 54. Jahre.

[1]) Canstatt, Jahresbericht pro 1857. III. p. 223.

Virchow nichts über deren embolische Natur an, und waren auch keine diesem Vorgange entsprechenden Lungenveränderungen vorhanden. Doch wird man dem dabei gleichzeitig vorkommenden Acites eine hemmende Wirkung auf die Respiration nicht absprechen können, wie auch die, in dem Falle Nr. 43. der Thrombose vorangegangene, mit heftigen Schmerzen verbundene Peritonitis die Energie der Respiration längere Zeit hindurch beeinträchtigen musste. Auch unter den Beobachtungen von Rilliet und Barthez bestanden bei der Mehrzahl respiratorische Hindernisse, wie Lungentuberculose und Rachitis, bei welcher letzteren die Muskelschwäche und die Vorbiegungen des Thorax als solche in die Augen springen.

Ganz anders verhält es sich dagegen mit den Erkrankungen der Respirationsorgane, welche wir ebenfalls nicht selten in den Fällen der ersten Abtheilung erwähnt finden. Sie bestehen meist aus metastatischen Heerden in den Lungen oder in metastatischer Pleuritis, sind somit als Folgen nicht aber als ursächliche Momente der Sinusthrombose zu betrachten.

Es scheint ferner kein zufälliger Umstand zu sein, dass sich auch in Bezug auf den Sitz der Thrombose wesentliche Abweichungen zwischen den beiden Reihen von Beobachtungen ergeben. Ich habe schon oben bemerkt, dass bei der Thrombose der Sinus in Folge von Caries des Felsenbeins der Sitz derselben mit Ausnahme eines einzigen Falles, wo sie im Sinus cavernosus stattfand, aus naheliegenden Gründen im Sinus transversus oder petrosus super. der erkrankten Seite auftrat, von wo aus sie sich öfters auf den Sinus cavernosus und die Vena jugul. int. verbreitete. Nur ein einziges Mal erstreckte sie sich bis in das hintere Ende des Sinus long. sup. und auf den gegenüberliegenden Sinus transversus. Die Ausbreitung ist somit vorwiegend eine einseitige und betraf paarige Sinus und Venen der einen oder der andern Seite. Ebenso findet man, dass in den übrigen Fällen dieser Reihe die Thrombose fast immer in dem der Schädelcaries, der Verletzung oder der sonstigen entzündlichen Affection zunächst gelegenen Sinus aufgetreten war, so dass der anatomische Zusammenhang mit der ursprünglich erkrankten Stelle ersichtlich ist. Im Ganzen war der unpaarige Sinus longit. superior nur dann der Sitz von Thromben, wenn entweder die Thrombose eine sehr ausgebreitete war, oder wenn Entzündung und Verletzung in dem Stromgebiete der in ihr mündenden Venen der Pia mater, der Dura mater oder des Scheitelbeins stattgefunden hatte, wie sich diess aus der An-

nahme ergiebt, dass die Thrombose als eine aus den kleineren Venen in die Sinus fortgesetzte betrachtet werden muss.

Bei der zweiten Reihe sehen wir dagegen, dass die Thrombose dieses unpaaren Sinus nur einmal fehlt und zwar in einem Falle, in welchem ein anderer unpaarer Sinus, der Sinus rectus (Fall Nr. 49) durch Gerinnsel erfüllt war. Sechsmal ist der Sinus longit. sup. allein der Sitz der Thrombose, und 7 Mal erstreckt sich dieselbe von dem Sinus longit. sup. zugleich in die beiden Sinus transversi, einmal von dem Sinus rectus in beide transversi. Nur 2 Mal ist der Sinus longit. sup. und der Sinus transv. dext. allein thrombosirt. Die Thromben zeigen somit meistentheils eine symmetrische Gestalt. Diese Erscheinung deutet augenscheinlich dahin, dass die Ursache der Thrombose in diesen Fällen keine locale, sondern eine allgemeine ist, deren Wirkung sich in gleichmässiger Weise auf beide Schädelhälften erstreckt, und sich vorzugsweise in symmetrischer Weise vom unpaaren Sinus longit sup. oder rectus über das Torcular Herophili in beide Sinus transversi ausbreitet, oder auf den Sinus long. sup. allein beschränkt bleibt.

Auch die Beschaffenheit der Thromben zeigt in beiden Reihen nicht unerhebliche Unterschiede. In der ersten Reihe haben die meisten (26 Mal unter 32 Fällen) Thromben schon ziemlich weit gediehene Umwandlungen erlitten, und verweise ich in Bezug auf deren Zustand bei Caries des Felsenbeins auf das an der betreffenden Stelle Gesagte, woraus hervorgeht, dass nur 4 Mal der Thrombus ein derber, mehr oder minder entfärbter war, der in seinem Innern noch keine Zeichen von Erweichung und molekulärem Zerfall trug. In den übrigen 12 Fällen der ersten Abtheilung findet sich mit Ausnahme der beiden Fälle Nr. 31 und 32, wo nähere Angaben fehlen, dass durchweg die Thromben mehr oder minder bereits zerfallen sind und zum Theil völlig in eine puriforme oder selbst jauchige Masse verwandelt sind, zum Theil aus mit puriformer Masse vermengten pseudomembranösen Gerinnseln bestehen. Unter den Fällen, welche ich der marantischen Thrombose eingereiht habe, findet sich dagegen, dass 11 Mal der Thrombus noch gar nicht entfärbt oder zwar entfärbt aber von fester und derber, höchstens bröckliger Beschaffenheit ist, und nur in 5 Fällen der Pfropf im Innern erweicht und zum Theil aus puriformer od. weinhefenfarbiger Flüssigkeit bestehend gefunden wurde, ohne dass jedoch diese Veränderungen jemals die Peripherie des Thrombus erreicht oder dabei die Wendungen der Sinus eine Veränderung erlitten hätten. Dagegen

wird Rauhigkeit der innern Oberfläche, Verdickung der Wand, und Missfärbung, ja selbst, wie wir einige Mal ausdrücklich erwähnt finden, ulceröse Zerstörung derselben in den Fällen der ersten Abtheilung wiederholt angeführt. Diese Verschiedenheit in Betreff der Beschaffenheit des Thrombus muss entweder mit der längeren oder kürzeren Zeitdauer seines Bestehens zusammenhängen oder mit der ursprünglich differenten Beschaffenheit desselben in Verbindung stehen. Beides scheint der Fall zu sein. Bei der marantischen Thrombose tritt dieser Vorgang gleichsam als einer der letzten Effecte vorangegangener schwächender Krankheitsprocesse erst kurze Zeit vor dem Tode ein, und hilft denselben beschleunigen, bei der Thrombose dagegen, welche in Folge von entzündlichen und jauchigen Processen auftritt, hat der Thrombus häufig an dem erfolgenden Tode direct weniger Antheil, so dass derselbe, bei einem mehr allmähligen Wachsthum, längere Zeit während des Lebens besteht, während er zugleich durch Imbibition von den eiternden und jauchigen Theilen her eine grössere Neigung zum Zerfallen in sich trägt, und somit in der Leiche in der Umwandlung schon weiter vorangeschritten angetroffen wird.

Wir müssen ferner noch auf die Verschiedenheit hindeuten, welche sich in beiden Reihen auch in Bezug auf die pathologisch anatomischen Veränderungen in dem Gehirn und seinen Häuten kundgiebt. Während in den Fällen der ersten Reihe sich sehr häufig eitrige und jauchige Entzündungen der Arachnoidea, der Dura und Pia mater nebst Abcessbildung in dem Gehirn vorfinden, (unter 32 Fälle 19 Mal, 60 pCt.) die wir zum kleineren Theil als causale Momente zur Entstehung der Thromben, zum grössern Theil als Coeffect derselben Ursache, nämlich der Caries etc. betrachten müssen, haben wir schon oben bemerkt, dass Blutergüsse in die Hirnhäute bei Caries des Felsenbeins nur 2 Mal, und zwar von sehr unbedeutendem Umfange erwähnt werden, und Extravasate in die Substanz des Gehirns gar nicht vorkommen. Auch unter den übrigen 12 Fällen dieser Gruppe finden wir nur 3 Mal Extravasate erwähnt, von denen das eine (Nr. 24) in der Substanz des Gehirns mehr als die unmittelbare Folge der einwirkenden äussern Gewalt betrachtet werden muss; die beiden andern (Nr. 28 und 29) hatten ihren Sitz in der Arachnoidea, auf der linken Hemisphäre und auf der Medulla oblongata und waren anscheinend von geringem Umfange. Unter den 32 Fällen befinden sich also nur 4 (12,5 pCt.) mit Extravasaten, welche als die Folge der Thrombose

betrachtet werden können. Dagegen treffen wir in der zweiten Reihe nur selten Entzündungen des Gehirns und seiner Häute, einmal im Fall Nr. 42 eine dünne Exsudatschichte mit Blutkörperchen vermengt auf der Arachnoidea und im Fall Nr. 44 eitrige Arachnoitis, somit im ganzen 2 Mal (12 pCt.), während dagegen die Extravasate viel häufiger und umfangreicher sind. In 8 Fällen unter 16 (50 pCt.) finden sich Blutergüsse von meist bedeutenderem Belange; 2 Mal grössere apoplectische Heerde im Gehirn, 2 Mal ausgebreitete Extravasate in der Arachnoidea und mehrmals weit verbreitete capilläre Hämorrhagien und rothe Erweichung der Gehirnsubstanz. Frägt man nach der Ursache dieser Verschiedenheit im anatomischen Befunde, so liegt dieselbe für den ersten Punkt (die entzündlichen Affectionen des Gehirns und seiner Häute) so klar vor Augen, dass man darüber hinweggehen kann. Was den zweiten Punkt (die Hämorrhagien) betrifft, so scheint er einer weiteren Aufklärung zu bedürfen, da die Blutungen bei dem völligen Verschluss eines Hauptstammes, wie die Sinus, durch den behinderten Rückfluss Ueberfüllung und Zerreissung von Gefässen innerhalb der weichen und nachgiebigen Gewebe, in dem einen, wie in dem andern Falle ein gleich häufiges Vorkommniss sein müssten. Ich glaube, dass hierüber die verschiedene Entstehungsweise der Thromben Aufschluss gewähren kann. Ich habe für die Mehrzahl der Fälle aus der ersten Reihe bereits oben die Ansicht geltend zu machen gesucht, dass dabei meist die Thrombose nicht ursprünglich und zuerst in dem Sinus entstanden sei, sondern als eine fortgeleitete aus den kleinen Venen der Diploë oder anderer entzündeter Theile betrachtet werden müsse. Der Thrombus entsteht auf diese Weise mehr allmählig, indem er an den Wandungen fortwachsend erst nach längerer Zeit das ganze Lumen des Sinus ausfüllen wird, so dass eine Zeitlang noch immer collaterale Venen ihr Blut in noch nicht verstopfte Theile desselben ergiessen können; die Füllung der zuleitenden Venen wird daher Zeit finden sich mehr auszubreiten und einen anderweitigen, wenn auch unzureichenden Abfluss zu finden. Bei der marantischen Thrombose findet der Thrombus wohl meist seine erste Entstehung im Sinus selbst, weil dort die Bedingungen dazu am günstigsten sind. Das Blut gerinnt rascher, weil es in langsamerer Bewegung begriffen ist, die Gerinnung breitet sich häufig auf alle einmündenden Venen aus, und das Lumen des Sinus wird schneller völlig obturirt, bevor ein Collatoralkreislauf gehörig ausgebildet ist, und die Blutmenge sich anderweitig vertheilt hat. Es wird

dann in diesem Falle die Füllung und die Spannung in den zuleitenden Gefässen in kürzerer Zeit eine höhere Steigerung erfahren, die die grössere Geneigtheit zu Zerreissungen und Blutungen erklärt. Dazu kömmt noch, dass es in fast allen Fällen der unpaare, in der Mitte liegende, von beiden Hirnhälften Blut empfangende Sinus long. sup. ist, welcher bei der 2. Reihe von Fällen obturirt angetroffen wird, bei dem eine collaterale Ausgleichung der Anfüllung in den einmündenden Venen schwieriger zu Stande kommen muss, als wenn blos einer oder der andere paarige Sinus unwegsam ist.

Aus dem so eben Gesagten geht auch hervor, dass in beiden Reihen venöse Hyperämie und Oedem im Gehirn und seinen Häuten ein häufiger Leichenbefund sein muss, wie es auch in der That der Fall ist.

Schliesslich verdient noch hervorgehoben zu werden, dass auch in Betreff der Häufigkeit metastatischer Processe eine Verschiedenheit zwischen den Fällen beider Abtheilungen stattfindet. In der ersten sind sie sehr häufig (16 Mal unter 32 Fällen), während sie in der zweiten völlig fehlen. Da man zur Erklärung der Entstehung von metastatischen Processen, wie sie vorzugsweise in der Lunge, seltner in der Leber oder in andern Theilen des Körpers erwähnt werden, immer mehr zur Annahme einer Embolie gedrängt wird, so müssen wir die Ursache dieser Differenz hauptsächlich in der Beschaffenheit der Thromben suchen, worin auch diese Thatsache ihre genügende Erklärung findet. In der ersten Reihe sind die Thromben meist aus den kleinern Venen fortgesetzte, welche, wie Virchow gezeigt hat, am besten zur Ablösung von einzelnen Theilchen durch den Blutstrom Gelegenheit geben; dazu kömmt noch ihre grössere Neigung zum Zerfallen als weiteres für die Losreissung günstiges Moment. In der zweiten Reihe verhindert die raschere Entstehungsweise im Sinus selbst, die derbe und feste Beschaffenheit des Coagulums, sowie die durch den Marasmus abgeschwächte Strömung des Blutes die leichte Ablösung von einzelnen Theilen des Thrombus. Es ist daher unter solchen Umständen ersichtlich, warum die sogenannten pyämischen Symptome, die Schüttelfröste mit nachfolgendem adynamischen Fieber während des Lebens vorzugsweise unter der ersten Gruppe vorkommen, bei denen der zweiten dagegen völlig fehlen. Es erübrigt nun noch zu untersuchen, ob und welche Symptome der Thrombose der Sinus während des Lebens angehören. Für die Mehrzahl der Fälle fehlen solche Symptome, und wir finden nur diejenigen, welche der Erkrankung des Gehirns und der

Gehirnhäute angehören, Erkrankungen, die, wie wir gesehen haben, mit der Sinusthrombose entweder auf einem gemeinschaftlichen Boden entstanden sind, oder solche, die als deren Folge betrachtet werden müssen. Auch kann man nicht sagen, dass die Sinusthrombose diesen Erkrankungen irgend ein eigenthümliches Gepräge in ihren äussern Erscheinungen verleiht, wodurch man sie von solchen, die aus andern Ursachen entstanden sind, unterscheiden könnte.

Nur der Symptomencomplex, wie er sich bei den Gerhardt'schen Fällen zusammenfindet, kann vorkommenden Falls die Diagnose einer Sinusthrombose bei Kindern ermöglichen. Treten, nachdem profuse Diarrhoen bei schwächlichen Kindern vorangegangen sind, Gehirnsymptome auf, bei welchen die Fontanellen eingesunken und die Nähte verschoben sind, verbunden mit einer ungleichmässigen Füllung der Vv. jugular. extern. auf beiden Seiten, so ist die Diagnose einer Sinusthrombose wahrscheinlich, und zwar auf derjenigen Seite, welche der weniger gefüllten Vene entspricht; ohne dass jedoch das Mangeln der zuletzt angegebenen Erscheinung eine Sinusthrombose ausschliesst, da, wenn sie vorzugsweise im Sinus longit. sup. oder in beiden Sinus transversi zugleich ihren Sitz hat, eine ungleiche Füllung der Venae jugul. externae nicht beobachtet werden kann.

Zwar wird in einigen wenigen Fällen stärkere Anfüllung einzelner Venen des Antlitzes erwähnt, welche mit der Sinusthrombose in Beziehung gebracht werden könnte, allein zu einem Anhaltspunct für die Diagnose kann sie nicht benutzt werden, ebensowenig als die in dem von mir referirten Falle eingetretene Blutung aus der Nase.

Es wurde bereits oben bemerkt, dass unter den 57 Fällen von Sinusthrombose, welche mir das Material zu diesem Aufsatze lieferten, sich 6 befinden, in denen die Entstehung des Thrombus entweder wegen mangelhafter Mittheilung oder aus sonstigen Gründen nicht gehörig erklärt werden kann. Der Vollständigkeit wegen will ich dieselben in Kürze hier mittheilen, und wir werden finden, dass man bei einigen mit Anwendung der im Vorhergehenden aufgeführten Criterien wenigstens mit grosser Wahrscheinlichkeit auf die ursächliche Natur ihrer Entstehung schliessen kann.

50) Abercrombie[1]) erwähnt einer Beobachtung von Prichard, wonach sich bei einer Frau, welche während

---

[1]) a. a. O. p. 60, u. Prichard, diseases of the nervous system. 276.

2 Jahren an Epilepsie litt, und welche ohne dass andere Erscheinungen vorausgingen, in einem epileptischen Anfalle starb, der linke Sinus lateralis mit einem Gerinnsel, welches organisirter Lymphe glich, ausgefüllt war. Inwiefern vielleicht die bei den wiederholten epileptischen Anfällen eintretende Stauung des Bluts in den Venen, oder vielleicht ein nicht erkannter krankhafter Process im Knochen zur Gerinnung im Sinus geführt haben, wage ich nicht zu beantworten. Ich bemerke nur, dass epileptische Anfälle in einem von Puchelt[1]) citirten Falle erwähnt werden, in welchem Caries des Felsenbeins die Thrombose herbeiführte.

51. Bei Cruveilhier[2]) wird folgender Befund erwähnt und abgebildet: In dem Sinus longitudin. sup. eines 22jährigen Mädchens fand sich ein dunkler z. Th. entfärbter sehr derber und sehr adharenter Propf, der im Innern theilweise puriforme Erweichung zeigte; die einmündenden Venen enthielten steife Thromben. Capilläre Apoplexie und gelblich erweichte Stellen in ziemlicher Ausdehnung in beiden Grosshirnhemisphären.

Nach der Beschaffenheit des sehr derben Thrombus, der nur im Innern erweicht war, seinem Sitze im Sinus long. sup. und den gleichzeitigen Hämorrhagien, würde dieser Fall mit grosser Wahrscheinlichkeit zur marantischen Thrombose zu rechnen sein.

52 und 53. Bei demselben Autor[3]) werden 2 Fälle von Burnet erwähnt, welche bei Kindern vorkamen, in deren einem der Sinus long. sup., der Sinus lat. sin. und die Vv. cerebr. sup. der Sitz von schwarzen adhaerenten Gerinnseln waren. In der grauen und weissen Substanz waren eine grosse Menge kleiner bis erbsengrosser Gerinnsel, in deren Umgebung die Gehirnsubstanz erweicht und orangefarben angetroffen wurde. Aehnliche Heerde waren im Corpus striatum rechts und im Thalamus nerv. opt. links. — Im andern Falle war der Sinus longit. sup. und die Vv. cerebrales sup. mit adhaerenten Thromben erfüllt, während gleichzeitig eine Menge kleiner apoplectischer Heerde in der Substanz beider Hemisphären bestanden.*) Nach dem kindlichen Alter, dem Sitz des Thrombus und den ausgebreiteten Hämorrhagien, würden

---

1) a. a. O. II. 177.

2) Anat. pathol. Liv. 36. pl. 1. Fig. 1.

3) a. a. O. L. VIII, pl. 4, pag. 3. Anmerkung.

*) Anmerkung. Leider war mir das Journ. hebd. von 1830 April. nicht zugängig, dem diese Angaben entnommen sind, und wo sich vielleicht noch nähere Details finden möchten.

auch diese beiden Fälle als marantische Thrombosen zu betrachten sein.

54. Bei Gintrac[1]) wird einer sehr sonderbaren Erkrankung eines 4jährigen Knaben erwähnt, der seit den ersten Lebenszeiten an Anfällen vorübergehender Aufhebung der willkührlichen Bewegungen mit Verminderung der Sensibilität bei erhaltenem Bewusstsein gelitten hatte. Der Tod erfolgte durch eine Pneumonie. Es fand sich der Sinus long. sup. in einen harten Strang verwandelt; seine Wandungen waren verdickt, von gelblicher Farbe und so derb, dass sie unter dem Messer knirschten. In dem Sinus war ein derbes Gerinnsel, die einmündenden Venen strotzten von geronnenem Blut.

Das Gerinnsel in dem Sinus und den einmündenden Venen war jedenfalls neueren Datums als die Verdickung der Wandung, die wohl von einer frühern Erkrankung (Thrombose?) in demselben herrühren mochte. In welcher Verbindung dieselbe mit den eigenthümlichen Anfällen war, lässt sich nicht entscheiden. Die Thrombose neueren Datums könnte vielleicht mit der Pneumonie in Bezug gebracht werden.

55. Ammon[2]) erzählt einen ebenfalls sehr sonderbaren Krankheitsfall von einem 15jährigen Knaben, der zuerst unter gastrischen Symptomen erkrankte. Es stellte sich Kopfschmerz, Erbrechen, unsicherer Gang, Verlust des Sehvermögens, Verzerrung des Gesichts, Delirium, Sopor, Paralyse der Blase und schliesslich aller Gliedmassen ein, worauf der Tod erfolgte. Die Venenhäute in der Dura mater waren auffallend verdickt, und ebenso die Wandungen des Sinus longit. superior, dessen Lumen durch Ablagerung einer gelatinösen, weissgelblichen Masse auf die innere Wandfläche verkleinert wurde. Hyperämie und Oedem der Meningen mit gallertigem Exsudat auf der Oberfläche des Gehirns. Hydrops der Seitenventrikel. Allgemeine breiige Erweichung des ganzen Gehirns, namentlich der Sehhügel. Die Pacchionischen Granulationen waren angeschwollen.

Auch hier scheint eine ältere Erkrankung des Sinus vorhanden gewesen zu sein, in deren Folge sich unter allerdings nicht zu eruirenden Umständen ein allgemeiner Hydrops des Gehirns und der Meningen ausbildete. Eine eigentliche Thrombusbildung scheint jedoch nicht stattgefunden zu haben, wenn

[1]) Recueil d'observations 1830. u. Andral clinique méd. V. p. 277.
[2]) Medicin. Ann. 8. p. 608.

man nicht die weissgelblichen gelatinösen Auflagerungen auf der Sinuswand als eine solche betrachten will.

Fassen wir die Resultate der vorangehenden Untersuchungen nochmals kurz zusammen, so kann man sie als folgende bezeichnen:

Die Thrombose der Hirnsinus ist entweder eine aus benachbarten Venen fortgeleitete, oder eine primitiv im Sinus entstandene.

A. Die fortgeleitete Sinusthrombose ist die Folge:

I. Von Entzündungsprocessen mit vorwiegend zur Nekrose und Verjauchung neigendem Charakter im Stromgebiete des Sinus.

Meist bestehen dieselben in Caries der Schädelknochen, und unter dieser spielt wieder die Caries des Felsenbeins durch Otitis interna eine hervorragende Rolle.

II. Von Verletzungen der Schädelknochen, indem die dabei eintretende Blutung aus der Diploë zur Gerinnung führt (hämorrhagische Thrombose).

III. Von Blutergüssen in die Substanz des Gehirns oder in seine Häute, von wo aus der Thrombus sich durch kleinere Venen bis in die Sinus fortpflanzt (hämorrhagische Thrombose).

Diese Art der Thrombose ist characterisirt durch den Sitz des Thrombus in dem der Ursache zunächst gelegenen meist unpaarigen Sinus, durch die weit fortgeschrittene Erweichung desselben, durch Veränderungen in der Wand des Sinus, durch Entzündungen im Gehirn und seinen Häuten und durch metastatische Processe in andern Organen.

B. Die primitiv im Sinus entstehende Thrombose ist die Folge:

I. Von Einflüssen, welche die Blutströmung verlangsamen.

Meist wirken mehrere Ursachen in dieser Richtung gleichzeitig, welche theils allgemeiner theils localer Natur sind.

1) Allgemeine Ursachen, welche die Blutströmung verlangsamen sind:

a) Schwäche der Herzaction.

α) Im hohen Alter (Marasmus senilis). Die Abnahme in der Elasticität der Arterienwandungen kömmt in diesem Falle als begünstigendes Moment ebenfalls in Betracht.

β) Im frühen Kindesalter (Marasmus infantilis).

γ) In Folge von vorangegangenen akuten oder chronischen Krankheiten.

b) Verminderung der Blutmenge. Ihre Wirkung auf die Verlangsamung des Blutstroms giebt sich vorzugsweise in den Hirnsinus kund. Sie verbindet sich meist mit den unter a) angeführten Ursachen.

α) Directe Verminderung durch Blutverluste.

β) Indirecte Verminderung durch profuse Ausscheidungen, wobei zugleich die Eindickung des Bluts bis zu einem gewissen Grade in Anschlag kömmt. (Diarrhoe u. Cholera enfant., profuse Eiterung).

c) Hindernisse, welche die Ausdehnung der Lungen beeinträchtigen und dadurch der Entleerung des rechten Herzens im Wege stehen. Diese Hindernisse bestehen zum Theil in der Lunge selbst (Pneumonie, Atelectase, Tuberculose), zum Theil in der Pleura (pleuritisches Exsudat), oder sind in der mangelhaften Action der respiratorischen Muskeln begründet (bei Rachitis, Ascites, Peritonitis). Sie scheinen allein eine Thrombose in den Sinus nicht herbeizuführen, müssen jedoch als sehr wirksame Hülfsmomente bezeichnet werden.

Die Thrombose, welche aus den sub B. I. 1. erwähnten meist combinirt zur Wirkung kommenden Ursachen hervorgeht (Marantische Thrombose), characterisirt sich durch den vorzugsweisen Sitz des Thrombus in einem unpaaren Sinus (longitudin. super. u. rectus) durch die Derbheit desselben, die Unversehrtheit der Wandungen des Sinus, durch consecutive Hämorrhagien im Gehirn und seinen Häuten und den Mangel oder die grosse Seltenheit von metastatischen Processen in andern Organen.

2) Locale Ursachen, welche die Blutströmung in den Sinus verlangsamen sind:

a) Druck auf die Sinus selbst durch Geschwülste und vergrösserte Pacch. Granulation.

b) Druck auf die grossen Halsvenen durch Geschwülste, in Folge dessen Gerinnung zunächst in diesen und durch Fortsetzung des Thrombus auch in den Sinus entsteht. (Gehörte genau genommen zu A.)

c) Hineinragen von fremden Körpern und Geschwülsten in den Sinus, welche dessen Lumen verengern; hierbei kömmt noch die gerinnungsbefördernde Berührung des fremden Körpers mit dem Blute in Anschlag.

II. Von Erkrankung der Sinuswand durch veränderte Molekularattraction zwischen der erkrankten Wand und dem vorbeiströmenden Blut, namentlich bei Entzündungsprocessen in der erstern. (?)

Als die vorstehende Arbeit bereits beendet war, kam mir in No. 1 der „österreichischen Zeitschrift für practische Heilkunde“ Jahrgang 1859 ein von Prof. Pitha mitgetheilter Fall von Sinusthrombose zu Gesicht, den ich mir nicht versagen kann hier noch nachträglich mitzutheilen, weil derselbe in mehrfacher Weise die von mir im vorangehenden Aufsatze ausgesprochenen Ansichten bestätigt.

Ein 26jähriger Husar erhielt bei einer Rauferei 4 Säbelhiebwunden am Kopfe. Bei dem letzten Hiebe stürzte er unter heftiger Blutung zusammen, und ward bewusstlos weggetragen. Sämmtliche Wunden waren auf der linken Seite des Kopfes, eine am linken Stirnbein, eine auf dem linken Os parietale, eine am Hinterhauptshöcker, und eine hinter dem linken Ohr, welche schief von vorn und oben nach hinten und unten über den Warzenfortsatz fortlief. Die Wunden am Stirnbein und am Warzenfortsatz drangen stellenweise bis auf den Knochen. Eine Fissur oder Fractur war nicht nachweisbar. Hoher Grad von Anämie, Puls schwach, 60. Zustand von Halbschlaf und Apathie, der sich jedoch nach 2 Tagen verlor. Der Puls sank dagegen auf 48—45 Schläge bei sonstigem Wohlbefinden und günstigem Verlauf der Heilung und Vernarbung der Wunden, welche nur an denjenigen Stellen, wo der Knochen verletzt war mässig und gutartig eiterten. Am 12. Tage zeigte sich jedoch auf ihnen ein dünner grüngelblicher Beschlag, der sich nach 3 Tagen auf Betupfen mit Lap. infern. wieder verlor. Am 27. Tage Nachts heftiger Schmerz im linken Ohr, die Temperatur erhöht, Puls 88, schmerzhafte Anschwellung der Drüsen im Nacken. Den folgenden Tag blutig tingirte Sputa, Rasselgeräusche in der linken Lunge; die Wunden eitern mässig, die vierte Wunde secernirt mehr und man dringt mit der Sonde auf einen rauhen Theil des Warzenfortsatzes. Am 32. Tage heftiger Schüttelfrost mit nachfolgender Hitze, Puls 112; am folgenden Tage abermaliger Frost mit Zeichen von Pneumonie links. An den folgenden Tagen liessen alle Zufälle etwas nach; die Sputa blieben bräunlich grau und sehr übelriechend. Vom 39. Tage an grosse Hinfälligkeit, typhöses Fieber, Milzvergrösserung, Diarrhoe, Delirien, Secessus inscii,

Collapsus und icterische Hautfärbung. Am 45. Tage zeigte sich der rechte Bulbus hervorgetrieben und gespannt; die Pupille starr, mässig erweitert; Cornea glanzlos; leichtes Oedem der Conjunctiva; völlige Blindheit. Am nächstfolgenden Morgen auch am linken Bulbus derselbe Zustand; das Oedem der Conjunctiva steigert sich, verbreitet sich auf die Orbitalgegend und links über die Schläfe bis zum Winkel des Unterkiefers. Tod am 46. Tage. Section. Hautfarbe schmutzig gelb; sämmtliche Kopfwunden bis auf die 4. geheilt, diese letztere noch theilweise offen, die Wundränder livid. An der Wurzel des Proc. mastoideus ein bohnengrosser Substanzverlust, indem die Corticalschichte zackig abgesprengt ist. Der Grund dieser Knochenwunde mit grauem Eiter und feinkörnigem Exsudat belegt; in der Umgebung der Knochen rauh bis an das dicht angrenzende Emissar. Sant., dessen Oeffnung mit derselben Exsudatschichte bedeckt ist. Schädeldach, Dura mater und Pia mater normal, mässig blutreich. Gehirn völlig normal. Auf dem Theil der Dura mater, welcher die linke mittlere Schädelgrube und den Clivus auskleidet, eine dünne Exsudatschichte, die Hypophysis von schmutzigem Eiter umgeben; der Sinus sigmoideus sin., die Sinus petrosi, der Sinus Ridleyi und beide Sinus cavernosi bis in die Vv. ophthalmicae von dickem gelbweissen Eiter strotzend; die gleichnamigen Sinus der rechten Seite, sowie die beiden Vv. ophth. thrombosirt und nur hie und da dicken Eiter enthaltend. In den übrigen Sinus theils geronnenes, theils flüssiges Blut. Lobuläre jauchige Pneumonie beider Lungen; rechts jauchige Pleuritis. Leber und Milz vergrössert. Die Untersuchung der Augen ergab eine vollständige Thrombose der Vv. ophthalmicae ohne Spur von Erweichung bis an die Bulbi.

Pitha leitet die Phlebitis und Thrombose von dem Eindringen des Eiters von der äusseren Kopfwunde durch das auffallend weite Emissar. Sant. in den Sinus transversus ab, eine Ansicht, der ich aus dem Grunde nicht beipflichten kann, weil es nicht erwiesen ist, dass Eindringen von Eiter in das Blut dasselbe zur Gerinnung bringt, und weil bei der Möglichkeit des Eindringens von Eiter durch das Emissarium in den Sinus eine nachträgliche Blutung aus demselben hätte stattfinden müssen. Pitha der die Möglichkeit einer diploëtischen Phlebitis in Erwägung zieht, glaubt eine solche Annahme zurückweisen zu müssen, weil die normale Beschaffenheit der Wunde dagegen spreche. Dagegen wäre einzuwenden, dass denn doch das Verhalten dieser Wunde während des Lebens nicht so ganz normal war, und dass der Sectionsbefund

allerdings eine oberflächliche Caries ergab, indem sich eine Absprengung der Cortikalschichte am Process. mastoideus vorfand, die mit graulichem Eiter bedeckt war, und in deren Umgebung der Knochen bis an das Emissarium hin eine rauhe Beschaffenheit zeigte. Die Möglichkeit einer Phlebitis in der Diploë, von welcher aus sich die Thrombose in den Sinus fortsetzen konnte, kann somit nicht wohl in Abrede gestellt werden.

Doch scheint mir folgende Annahme die richtigere zu sein. Durch den Säbelhieb hinter dem linken Ohr ward das Emissarium verletzt, und gab Veranlassung zu der sehr beträchtlichen Blutung, wie auch Pitha vermuthet. Der Thrombus, der sich in dem verletzten Emissarium bildete, setzte sich allmälig in den Sinus transversus sin. fort, erreichte durch die Sinus petrosi den Sinus cavernosus sin. und durch den Sinus Ridleyi den Sinus cavernosus dexter. Diese ausgebreitete, längere Zeit bestehende Thrombose in den Sinus giebt auch eine Erklärung für den solange bestehenden auffallend raren Puls. Als der Thrombus anfing zu zerfallen, traten mit dem Fieber die pyämischen Symptome und die metastatischen Ablagerungen in der Lunge ein. Dass diese Thrombose schon lange bestanden haben musste, zeigt der völlig puriforme Zerfall, in dem sich die Gerinnsel befanden, erst zuletzt bildeten sich frische Thromben in den Vv. ophth. und den übrigen Sinus der rechten Seite.

Bei der rein localen Ursache der Thrombose blieben die unpaaren Sinus, namentlich der Sinus longitud. super., trotz der grossen Ausbreitung derselben, frei, und erhielten die Circulation in der Schädelhöhle. Wir finden, wie in der Mehrzahl der Fälle, welche ich in der ersten Abtheilung beschrieben habe, auch hier eitriges Exsudat auf der Dura mater und metastatische Ablagerungen in den Lungen bei weit gediehenem Zerfall der Gerinnsel, dagegen fehlen trotz der grossen Ausbreitung der Thromben alle Extravasate innerhalb der Schädelhöhle.

Ueber Nervenneubildung in einem Neurom.

Von

Dr. **August Weismann** in Frankfurt a/M.

(Hierzu Taf. V.)

Unter den neuern Beobachtern war Wedl[1]) der erste, den die mikroskopische Untersuchung der geschwollenen Nervenenden an Amputationsstümpfen auf die Ansicht leitete, dass hier eine Nervenneubildung stattfinden müsse. Er stützte sich dabei auf die grosse Menge von Nervenfasern, die in solchen Anschwellungen zu Bündeln gruppirt, sich in den mannichfachsten Richtungen durchkreuzten, sowie weiter auf die Beobachtung, dass von diesen Knoten aus einzelne Nerven in bindegewebigen Strängen, theils gegen die Narbe hin ausstrahlten, theils mit den Nerven der Umgebung in Zusammenhang zu treten schienen. Beobachtungen aber, die die Art und Weise, wie eine solche Neubildung entsteht, aufklären könnten, theilt er nicht mit.

Kurz darauf beschrieb Führer[2]) eine Geschwulst in der Continuität des Medianus, die zum grössten Theil aus Nervenfasern bestand. Sie zeigte eine ähnliche Struktur, wie die von Wedl beschriebenen Fälle, doch bemerkte Führer Theilungen der Nervenbündel und ebenso und zwar in grosser Anzahl Theilungen von Primitivfasern. Er schloss auf Neubildung und glaubte, dass diese eben auf dem Wege der Primitivfasertheilung zu Stande käme. Ueber die Anamnese seines Falls ist nichts bekannt geworden und so schloss denn freilich die Beschreibung der Geschwulst, wie er sie gab durch-

---

[1]) Zeitschrift der Wiener Aerzte 1855. XI. 1.
[2]) Archiv für physiol. Heilkunde 1856. S. 248.

aus nicht den Gedanken aus, dass es sich hier vielleicht gar nicht um eine Neubildung handle, sondern um eine angeborene Missbildung. (Siehe bei Virchow a. a. O.)

Jetzt, nachdem mir der hier beschriebene Fall vorgekommen ist, bleibt mir freilich kein Zweifel mehr, dass auch die Führer'sche Geschwulst eine Neubildung war, indem es damit klar wird, dass die auch in jenem Fall vorgefundenen eigenthümlichen Theilungen der Nervenbündel auf eine Neubildung bezogen werden müssen.

Ganz vor Kurzem hat dann noch Virchow[1]) knotige Anschwellungen der Nerven eines amputirten Arms beschrieben, welche ganz aus markhaltigen, zu vielfach sich kreuzenden und sich theilenden Bündeln gruppirten Nervenfasern zusammengesetzt waren.

Er hatte diese Geschwülste bei der Section eines vor 10 Jahren am Oberarm Amputirten gefunden und schliesst aus dem alleinigen Vorkommen von breiten markhaltigen Primitivfasern, sowie aus dem Fehlen von Elementen, die zu einer Nervenfaserbildung dienen könnten, gewiss mit Recht, dass die Neubildung nicht mehr weiter ging, sondern ihren Abschluss erreicht hatte.

Wird denn nun als feststehend angenommen, dass an den Nerven Geschwülste vorkommen, in denen zur Zeit des bereits entwickelten Lebens Nervenfasern neu entstehen, so bleibt immer noch zu erforschen, auf welche Weise eine solche Bildung vor sich geht.

In dieser Richtung glaube ich durch die Mittheilung meines Falls etwas zur Weiterentwicklung dieser Frage beitragen zu können, indem sich hier neben fertigen nervösen Elementen auch solche befanden, die als werdende gedeutet werden müssen.

Dazu kommt noch, dass ich in diesem Fall für alle Einzelheiten der Anamnese einstehen kann, indem ich selbst zugleich Patient und Beobachter bin, ein Umstand, der auch dadurch noch einige Bedeutung erhält, als es sich hier nicht blos darum handelt, den Character der Geschwulst als eine Neubildung festzustellen, sondern auch der äussere Anlass dazu in dem Reiz eines längere Zeit zurückgebliebenen fremden Körpers zu liegen schien, wobei sichere Data vor Allem zur Beurtheilung nöthig sein möchten.

Im Juli 1857 zog ich mir eine Verletzung der linken Hand mit Glas zu. Die Wunde befand sich zwischen Daumen

---

[1]) Archiv. Bd. XIII. p. 256.

und Zeigefinger, jedoch näher an der Volarseite des Daumens; sie war unregelmässig, nicht besonders tief, verursachte nur mässige Blutung, war jedoch gegen jede Berührung und Bewegung äusserst schmerzhaft. Glassplitter wurden damals nicht darin gefunden. Die Haut der letzten Phalanx des Daumens war an der Ulnarseite bis genau in die Mittellinie der Volarseite gefühllos. Es zeigte sich, dass das diese Stelle versorgende Nervenstämmchen, ein Ast des N. medianus, durchschnitten worden war.

Die Wunde heilte per primam, allein sehr schlecht und nicht vollständig, indem nämlich eine kleine Oeffnung blieb, durch welche der centrale Stumpf des Nerven hervorragte.

Die aneinandergeheilten Hautlappen mussten wieder getrennt und der Nerv so tief als möglich in der Wunde abgeschnitten werden.

Darauf erfolgte Heilung durch Eiterung. Die ganze Sache bis zu vollständiger Genesung dauerte über drei Wochen. Nach dieser Zeit konnte ich den Daumen so gut bewegen wie vorher, nur bei starker Anspannung der Haut zwischen Daumen und Zeigefinger entstand ein Ziehen, welches sich bis zu wirklichem Schmerz steigerte, offenbar von Dehnung der Narbe herrührend. Druck auf diese war empfindlich, jedoch ein leichter mehr, als ein starker, der indess auch nicht längere Zeit hindurch ertragen wurde. Die Gefühllosigkeit der einen Daumenseite blieb wie sie war.

Von da bis in den Januar 1859, also in einem Zeitraum von $1^1/_2$ Jahren, besserte sich dieser Zustand durchaus nicht, im Gegentheil, die Narbe wurde allmälig immer empfindlicher, unter derselben bildete sich offenbar eine kleine Geschwulst aus, die bei übermässiger Streckung des ersten Daumengelenks die Narbe halbkugelig hervortrieb. Die Schmerzhaftigkeit steigerte sich in der Weise, dass zwar ohne äussern Anlass niemals etwas empfunden wurde, dagegen jede geringe Berührung der Narbenstelle oder deren nächster Umgebung, ja die möglich leiseste, das Darüberhinstreichen mit einem feinen Haarpinsel, Schmerz erregte. Hob man dagegen die Geschwulst in einer Hautfalte empor und drückte sie mit zwei Fingern zusammen, so wurde nach dem Ueberwinden der ersten sanften Hautberührung nur noch ein unangenehmes Gefühl, aber kein eigentlicher Schmerz empfunden.

Zuweilen bei starker Bewegung der Finger entstand momentan das Gefühl, wie wenn ein fester Körper sich unter der Haut in seiner Lage verändere. Doch bemerkte ich

das erst ganz in der letzten Zeit einige Male. Es war nicht mit Schmerz verbunden.

Herr Dr. Passavant, den ich um seine Ansicht bat, stellte die Diagnose auf ein Neurom, doch dachten wir Beide zugleich an die Möglichkeit, dass ein Glassplitter zurückgeblieben sein könne.

Herr Dr. Passavant hatte die Güte, mich zu operiren. Es wurde ein einfacher Schnitt über die Anschwellung gemacht, man sah eine kleine weisse Geschwulst, die an beiden Seiten in einen Strang endigte. Der eine von diesen setzte sich in die Narbe fort. Diese Stränge wurden beide durchgeschnitten und die Geschwulst liess sich leicht aus dem lockeren Zellgewebe herauspräpariren.

Der peripherische, in die Narbe sich fortsetzende Strang bestand, wie sich später ergab, aus dem Parenchym der Geschwulst (eigenthümlich angeordneten Nervenfasern), der centrale war ein Nervenstämmchen von 1,5 Mm. Durchmesser, welches 9 Mm. oberhalb seines Eintritts in die Geschwulst durchschnitten worden war.

Diese selbst nun erschien als eine spindelförmige, aber doch ziemlich scharf sich absetzende Anschwellung des Nerven, von 7 Mm. Länge, 3 Mm. Breite und $3^1/_2$ Mm. Dicke. In der Farbe unterschied sie sich nicht vom Nerven, auch der Durchschnitt war glatt, weisslich und liess nur sehr schwache Streifungen erkennen, die in concentrischen Kreisen um mehr grauliche Mittelpunkte gingen. Dagegen zeigte die Geschwulst eine grössere Derbheit und Resitenz als der Nerv.

Dicht über der Geschwulst, im verdickten Neurilemm fest eingekapselt, sass mit seiner Längsaxe dem Nerven parallel und dicht anliegend, ein kleiner, stäbchen- oder prismaförmiger, an beiden Enden abgestutzter und nicht scharfkantiger Glassplitter von 4,5 Mm. Länge und 0,5 Mm. Dicke.

Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass die ganze Geschwulst bei weitem in ihrer Hauptmasse aus Nervenelementen bestehe, und zwar im Wesentlichen aus markhaltigen Primitivröhren, die, zu Bündeln mit selbstständiger Hülle gruppirt, ein dichtes Geflecht in allen Richtungen sich durchkreuzender, vielfach sich theilender Nervenfascikel darstellten.

Die Zwischenräume zwischen den Bündeln waren bald etwas grösser, bald kleiner und dann mit gewöhnlichem gelocktem doch sehr straffem und schwer zerreisslichem Bindegewebe ausgefüllt mit Kernfasern und sehr spärlichen elastischen Fasern. Sehr häufig aber lagen auch die Nervenbündel unmittelbar aneinander.

Letztere zeigten eine sehr verschiedene Dicke und dem entsprechend auch die in ihnen eingeschlossenen Fasern, und zwar so meist, dass in den feinen Bündeln auch feine Primitivfasern lagen und in den gröbern dickere, selten kamen schmalere Bündel mit wenigen dicken Fasern vor. Im Allgemeinen aber standen alle, auch die gröbsten Primitivröhren dieser Nervenbündel an Durchmesser den Primitivfasern des Nerven nach, sowie auch die Bündel selbst um ein Bedeutendes den sekundären Bündeln des Nerven nachstanden.

Die Nervenbündel durchkreuzten sich in der Geschwulst auf das allermannichfachste, waren selten längere Strecken hin zu verfolgen und man bekam sie in einem Schnittchen in allen möglichen Lagen, längs-, querlaufend, in Quer- und Schrägschnitten zu Gesicht. Sie theilten sich sehr häufig, wovon weiter unten die Rede sein wird. Jedes Fascikel hatte seine besondere scheidenartige Hülle, die in Essigsäure aufquoll und durchsichtig wurde, während kleine längliche, ziemlich seltene Längskerne sichtbar wurden. Auf dem Querschnitt war sie kreisrund, an den Theilungsstellen der Bündel theilte sie sich ebenfalls. Am schönsten sah man sie nach kurzem Kochen in verdünnter Essigsäure, indem sie durch starkes Aufquellen sich verdickte und zugleich vom Inhalt, den Nervenröhren, etwas abhob, und dann sowohl in Profilansicht, als besonders in Quer- und Schrägschnitt sehr deutlich sich zeigte. Salpetersäure und Kali löste sie nicht auf, färbte sie aber auch nicht gelb. Sie besteht aus den von Henle (Canstatt's Bericht 1851. p. 27) beschriebenen querfaserigen Umhüllungshäuten (Perineurium Robin).

Was die Nervenfasern betrifft, so fällt an ihnen vor Allem der grosse Unterschied in der Dicke auf. Während die meisten Fasern im Nerven, vor seinem Eintritt in die Geschwulst circa 0,006''' im Durchmesser massen, aber auch feinere vorkamen bis 0,0013''', zeigten die Primitivröhren der Fascikel in der Geschwulst im Durchschnitt eine geringere Dicke, Fasern über 0,0059''' kamen überhaupt nicht vor, häufig waren solche von 0,0025''' u. 0,0017''' bis herab zu 0,00059''' und noch geringerem Durchmesser. Sie waren mit Ausschluss der feinsten von 0,0005''' Durchmesser an markhaltig. Auf Essigsäurezusatz zeigte sich das Mark geronnen und ungleich vertheilt, Varikositäten veranlassend; Axencylinder wurden öfters nachgewiesen durch Kochen mit absolutem Alkohol und kochte man dann noch kurz mit Essigsäure, so wurde zugleich die Nervenscheide deutlich, indem das Mark an vielen Stellen vollständig ausgezogen war. Am schönsten aber zeigte sie sich durch

Behandlung mit rauchender Salpetersäure und Kali, wodurch sie stark gelb gefärbt wurde, während die Hüllen der Fascikel blass wurden und das Mark in feinen, klaren, farblosen Tropfen austrat.

Theilungen von Primitivfasern waren sehr selten, nur ein einziges Mal ist es gelungen, eine solche mit Sicherheit zu constatiren und diese lag nicht an der Theilungstelle eines Bündels, sondern mitten im Verlauf desselben.

Interessant war das Verhältniss des Nerven zur Geschwulst. Seine secundären Bündel traten bald einzeln, bald mehrere zusammen in dieselbe ein, verliefen grade und ohne dabei an Durchmesser ab- noch zuzunehmen in der Längsrichtung bis jenseits der Mitte der Geschwulst, wo sie sich dann, mehrere auch erst im letzten Drittel, meist dichotomisch theilten, und zwar rasch hinter einander mehrmals, so dass sie bald nicht mehr zu unterscheiden waren von den übrigen, die Hauptmasse des Neuroms bildenden, schmalen, dicht verfilzten Nervenbündeln. Hand in Hand mit diesen Theilungen gingen aber auch hier nicht Primitivfasertheilungen, solche wurden nicht gefunden, auch behielten die Primitivröhren, soweit sie sich verfolgen liessen, vollkommen denselben Durchmesser bei, den sie vor ihrem Eintritt in die Geschwulst gehabt hatten. Das normale Neurilemm begleitete einige dieser Nervenstämmchen, verdünnte sich allmählig, bis an den Theilungsstellen nur noch die schon oben beschriebene kernhaltige scheidenartige Umhüllung, das Perineurium, zurückblieb, welches sich dann weiter auf die Aeste hin fortsetzte. Eingebettet waren sie von der Eintrittsstelle an in dem ziemlich festen Parenchym der Geschwulst, einem dichten Filz von feinen Nervenfascikeln.

Wie man sieht, ging keines der sekundären Bündel des Nerven durch die Geschwulst hindurch, um jenseits weiter zu laufen. Der Verbindungsstrang zwischen dem peripherischen Geschwulstende und der Narbe bestand nicht aus den regulären Bündeln eines Nerven, sondern, wenigstens soweit es mir zur Untersuchung vorlag, aus demselben Geflecht von Nervenfascikeln, welches die Geschwulst bildete.

Nach Allem diesem kann man nicht zweifelhaft sein, dass es sich hier um eine Neubildung von Nervenfasern handelt. Schon allein die Masse und besonders die Anordnung der Nervenbündel liesse darauf mit Bestimmtheit schliessen, indem nicht abzusehen ist, wie und durch welche Kräfte die sekundären Bündel eines Nerven in eine solche Unordnung gerathen sollten, um ein so seltsam verschlungenes und dicht verwebtes Geflecht zu bilden. Die weitere Untersuchung lässt darüber

keinen Zweifel. Wie oben erwähnt, besassen die Nervenfascikel eine sehr verschiedne Dicke. Die dicksten maassen 0,075''' im Durchmesser und kamen selten vor, häufig fand sich ein Durchmesser von 0,025''', die feinsten Fascikel maassen nur 0,0051''' bis 0,0038''', waren also von der Dicke einer sehr mässigen Primitivfaser.

Dem entsprechend fanden sich in den dicken Bündeln Fasern von 0,0059''', 0,0041''', 0,0038''', häufig solche von 0,0025''', während in den feinern auch feinere Fasern bis zu 0,0005''' vorkamen, ja in den feinsten die Dicke der darin enthaltenen Fasern nicht mehr messbar war.

Diese Letztern würde man wohl kaum für nervöse Elemente halten, sähe man sie isolirt, sie treten jedoch als Seitenäste der gröbern Fascikel auf und manifestiren sich so als werdende Nervenfasern.

Solche Theilungen der Nervenbündel sind sehr häufig und zwar geschieht die Theilung eines gröbern Bündels selten so, dass es sich gleichmässig in zwei Hälften spaltet, sondern in der Regel giebt ein Stamm schmächtigere Aeste an mehreren Stellen seines Verlaufs ab, ohne dadurch selbst aber bedeutend abzunehmen. Der Vergleich des Zusammenströmens ist passender, die gröbern Bündel sind die Ströme, zu denen von den Seiten kleinere Nebenflüsse stossen. Seltsamer Weise scheinen aber diese Nebenflüsse nach der Vereinigung nicht immer bergab zu fliessen, sondern auch zuweilen bergauf.

In Fig. VI sieht man, wie die Fasern des untern Seitenbündels theils nach links, theils nach rechts im Hauptbündel weiter gehen, während in dem obern Nebenbündel eigentlich nur die Hülle sich in den Stamm fortsetzt, und die darin liegenden Fasern nur ganz andeutungsweise vorhanden sind. Es ist diese Bildung im eigentlichsten Sinn eine Luxusbildung zu nennen, denn an eine Function, an eine Leitung mindestens der einen Hälfte dieser Nervenfasern kann wohl kaum gedacht werden, indem die Fasern des Hauptbündels jedenfalls nur nach Einer Seite hin dem Centrum zulaufen, also auch nur die mit ihnen laufenden Fasern des Seitenbündels leitend sein könnten, wenn man nicht eine sehr verwickelte und unwahrscheinliche, weil niemals beobachtete, Anastomosenbildung zu Hülfe rufen will. Es stimmt dies auch ganz gut zu der geringen Schmerzhaftigkeit der Geschwulst selbst, die ein vorsichtiges seitliches Zusammendrücken recht gut ertragen konnte, während die Narbe auf jede leise Berührung äusserst empfindlich war.

Bei den feinsten Bündeln lässt sich nicht selten beobachten, dass die feinen Fasern innerhalb eines solchen sich nicht oder nur theilweise und nur eine kleine Strecke weit in das Hauptbündel fortsetzen, während jedoch die Hüllen deutlich ineinander übergehen. Dies jedoch nur bei den feinsten und offenbar jüngsten Fascikeln; sobald einmal wirkliche markhaltige Nervenfasern vorhanden waren, habe ich sie auch stets ihren Weg in dem Hauptbündel fortsetzen sehen.

Und so komme ich auf den letzten Punkt, nämlich auf die Frage nach der Art und Weise der Neubildung der Nervenfasern.

Auch hier bietet die Untersuchung einige Anhaltspunkte, die auf einen bestimmten Modus der Bildung entschieden hinweisen. Es ist dies eben die Struktur der feinsten Fascikel und ihr Verhalten zu den gröbern.

Diese lassen sich noch viel schwerer aus dem Bindegewebe isoliren, als jene; man konnte sie nur dadurch deutlich sichtbar machen, dass man Essigsäure zusetzte.

Man sah dann eine Hülle als feinen Contur, der in bald dichtern, bald weitern Abständen sich in kleine scharfkonturirte kernartige Gebilde verdickte, und ebenso lagen im Innern dieser Hülle 1—4 ganz feine Fasern, welche in Abständen von verschiedener Weite zu spindelförmigen Knötchen anschwollen. Zuweilen gelang es, zugleich mit dem Ursprung eines solchen jüngsten Nervenbündels aus einem gröbern, auch das peripherische Ende desselben zu sehen (Fig VI.). Die beiden Conturen der Hülle hörten da meistens nicht gleichzeitig auf, sondern der eine lief selbstständig noch eine Strecke weit im Bindegewebe fort, als ganz feine Faser, die nochmals zu einem Kern anschwoll. Bemerkenswerth ist es noch, dass in der Mitte ihres Verlaufs eine solche Hülle mehr (2—4) Fasern einschloss, als an den Enden. Nicht selten fanden sich Züge solcher geschwänzter Kerne zerstreut in dem Bindegewebe, ohne grade schon zu Bündeln zusammengetreten zu sein. Ein Mal sah ich, wie die Hülle eines gröbern Fascikels sich seitlich ausbuchtete (Fig. V.), um einen Seitenast von sehr geringem Durchmesser zu bilden, in welchem nur eine einzige Schnur von ziemlich dicht aneinander gereihten kleinen länglichen Kernen lag. Diese endete dicht vor dem Eintritt in das Hauptbündel (Fig. V. *e*).

Querschnitte der feinsten Fascikel erschienen stets kreisförmig (Fig. VII. *c*); meist unterschied man deutlich den doppelten Contur der Hülle, nur einmal wurde ein zweiter

Contur vermisst und der Querschnitt erschien als der eines soliden Cylinders.

Gegen chemische Reagentien verhielten sich diese Hüllen ganz so wie die gröberen Bündel, an den Fasern aber liess sich keine Markscheide erkennen, wie diese überhaupt erst an Nervenröhren von mehr als 0,0005‴ Dicke auftrat. — Uebrigens kamen diese feinsten Fasern nicht ausschliesslich in den feinen Bündeln vor, sondern wurden auch in den gröbern neben markhaltigen Primitivfasern gesehen.

Aus diesen Beobachtungen geht vor Allem hervor, dass die Neubildung von Nervenfasern nicht durch Theilung der ursprünglich vorhandnen vor sich gegangen ist. Ich will damit nicht in Abrede stellen, dass solche Theilungen im Verlauf der Bündel in andern Exemplaren dieser Geschwulstform nicht vielleicht häufiger als in diesem vorkommen könnten, jedenfalls sind sie aber nicht das Wesentliche und würden, auch wenn sie in viel grösserer Masse vorkämen, doch nicht zur Erklärung ausreichen, indem hier nothwendig, wie auch Führer und Virchow richtig vermuthen, eine seitliche Sprossenbildung angenommen werden muss. Man könnte nun zwar denken, die Nervenfaser des Hauptbündels theile sich mit dem Bündel und schicke einen Zweig in das Seitenbündel, wie es auch Führer so beschrieben hat, indessen habe ich ein solches Verhalten auch nicht ein einziges Mal beobachten können, sehr häufig dagegen deutlich gesehen, wie die Primitivfasern des Seitenbündels unabhängig neben denen des Hauptbündels herliefen (siehe Fig. V. VI.)

Weiter aber scheint diese Sprossenbildung primär gar nicht von den Nervenfasern auszugehen, sondern vom Perineurium, also vom Bindegewebe. Der Umstand, dass dieses sich auch in die jüngsten Bündel kontinuirlich fortsetzt, während jene zuerst im Seitenbündel sich bilden und dann erst in das Hauptbündel sich fortsetzen, weist nothwendig darauf hin. Es wird somit wahrscheinlich, dass sich zuerst Auswüchse des Perineurium's bilden, in denen sich Kerne an der Peripherie, wie im Innern befinden, welche dann erstere zu Kernen der Hülle werden, während letztere die Grundlage zu Nervenprimitivfasern darstellen.

Fassen wir die Ergebnisse der Untersuchung zusammen, so haben wir ein wahres, fasciculäres, markhaltiges Neurom, noch in seiner Bildung begriffen, welches sich am centralen Schnittende eines peripherischen Nerven gebildet hat, wahrscheinlich durch den Reiz eines zurückgebliebenen Glassplitters veranlasst.

Die Neubildung der Nervenfasern in ihm geschieht, der Hauptsache nach, nicht durch Theilung der Primitivfasern, sondern durch Entstehung neuer Fasern.

Diese bilden sich im Innern des ebenfalls neugebildeten Perineurium's und wie es scheint, aus reihenweise liegenden spindelförmigen Kernen.

Von dem Perineurium geht die Neubildung aus, indem dasselbe seitlich Sprossen treibt.

Die Nervenfasern erreichen nicht alle das Centrum, ja man darf, wie ich glaube, gradezu aussprechen, nur der kleinste Theil derselben hängt mit dem Gehirn zusammen, nämlich nur diejenigen, die als Verlängerungen von ursprünglich vorhandnen sich gebildet haben, und dann die etwa durch Theilung derselben entstandnen. Die andern können sich nicht über die Geschwulst hinaus fortsetzen, es müsste den der ganze Nerv bis zum Gehirn hin eine Vermehrung seiner Fasern erfahren.

Erklärung der Abbildungen.

I. Schnittchen aus dem Parenchym der Geschwulst. Mit Essigsäure behandelt. Das Bindegewebe ist durchsichtig, die Nervenbündel allein sichtbar. *a*, solche längslaufend. *b*, Querdurchschnitte. Vergröss. 80.

II. Ein sich theilendes Nervenbündel aus dem Parenchym der Geschwulst in situ. Mit Essigsäure kurz gekocht. Man sieht das gequollene Perineurium, *a*, mit einem Kern, *b*, von den beiden Aesten besteht der eine nur aus einer einzigen dickern und einer feinen Nervenfaser. An der Theilungstelle sind keine Primitivfasertheilungen sichtbar.

III. Aus demselben Präparat. Das Schnittende eines schräglaufenden Bündels. *a*, Perineurium. *b*, Nervenfasern.

IV. Feines Bündel, mit Essigsäure behandelt in situ. *a*, Kerne des Perineurium. *b*, Faser im Innern mit spindelförmigen Kernen.

V. Aus demselben Präparat. Nervenbündel, zu dem von links her ein feinster Seitenast stösst. *a*, Kern des Perineurium. *b*, Uebergangsstelle des Perineurium vom Haupt- in das Seitenbündel. *c*, Kerne des Perineurium des Seitenbündels. *d*. Feine Faser im Innern, aus dicht aneinandergereihten Kernen bestehend (vielleicht in der Theilung begriffenen), welche sich nicht in das Hauptbündel fortsetzt (*e*).

VI. Aus dem Parenchym der Geschwulst mit Essigsäure behandelt in situ. Gröberes Bündel mit Aesten von zwei Seiten her. An dem obern sieht man wieder die Kerne des Perineurium, sowie die spindelförmigen Anschwellungen der feinen Fasern im Innern. Dieselben setzten sich nicht in das Hauptbündel fort. An dem untern Seitenbündel sieht man deutlich, wie die Nervenfasern sich beim Eintritt theilen und theils nach links, theils nach rechts im Hauptbündel weiterlaufen.

VII. Feines Bündel mit Essigsäure gekocht. *a*, Perineurium. *b*, feine Nervenfaser (marklose) im Innern. *c*, Durchschnitt eines ähnlichen Bündels mit zwei Nervenfasern.

VIII. Aus demselben Präparat. *a*, feines Fascikel mit zwei Fasern im Innern. Man bemerkt das kreisförmige Schnittende.

b, spindelförmige Kerne im Bindegewebe durch feine Fasern verbunden.

Bei Fig. II—VIII ist die Vergrösserung = 400.

Die Muskelkrämpfe bei der Nervenvertrocknung.

Von

Prof. Dr. **Harless** in München.

Wenn der isolirte, vom Rückenmark getrennte Nerv eines Muskels von einem einmaligen, hinreichend starken Impuls getroffen wird, so entsteht in der Regel, besonders an ganz frischen Präparaten, eine einzige Verkürzung, deren zeitliche Entwicklung am Myographion verfolgbar ist. Diese Art der Verkürzung nennt man Zuckung. Der Gang ihrer Entwicklung, die relative Dauer ihrer einzelnen Perioden lässt sich durch Wechsel in der Quantität des Reizes durchaus nicht in auffallender Weise und ohne feinere Hülfsmittel erkennbar verändern. Wird von dem Willen ein Glied gegen das andere bewegt, so kann die Curve, welche das Muskelende dabei zieht, in jeder Beziehung auf das Manichfaltigste variiren. Für dieses Phänomen haben wir im Gegensatz zu dem erst erwähnten keinen geläufigen Ausdruck; es sei deshalb nur vorübergehend gestattet, das Wort „Contraction" der Kürze wegen in diesem Sinn dem Begriff der Zuckung gegenüber zu stellen. Wenn jeder momentane, einmalige Reiz immer nur eine Zuckung mit ihrem mehr stereotypen graphischen Ausdruck erzeugen kann, so setzt das Phänomen der „Contraction" entweder eine andere Form der Reizung oder Zustände und Apparate in den gereizten Nerventheilen voraus, in Folge deren auch ein einmaliger Impuls statt der Zuckung bald diese bald jene Form der Contraction zu erzeugen vermag. Wir haben verschiedene Mittel, auch an getödteten Thieren Contractionen herbeizuführen. Bei unversehrtem Rückenmark durch Reizung der sensitiven Nerven, welcher die Contraction in der Form der Reflexbewegung folgt. An den isolirten Nerven durch Perioden schnell aufeinander folgender einzelner Impulse, wobei der Wechsel ihrer Geschwin-

digkeit und Intensität die Variation der Bewegungserscheinung herbeiführt.

Als erwiesen darf betrachtet werden, dass gewisse Theile der Centralorgane eine Anordnung besitzen, welcher zufolge der einmalige Impuls in eine Periode von Anstössen für den Muskel umgesetzt wird; denn jede Contraction muss als eine Reihe von Zuckungen angesehen werden, welche sich mit einer solchen Geschwindigkeit folgen, dass die fallenden Abschnitte der einzelnen Zuckungscurven bis zum Unmerkbaren durch die sie überholenden steigenden Abschnitte der je immer darauffolgenden verdeckt werden.

Wenn man in dieser Beziehung auch nicht den Willensimpuls gelten lässt, weil man nicht weiss, welche Vorgänge in den Centralorganen ihm folgen, so lässt sich experimentell an dem Rückenmark von Fröschen doch häufig beobachten, dass eine noch so vorübergehende direkte Reizung, besonders mechanische, in ähnlicher Weise wie auf dem Wege des Reflexes eine „Contraction“ herbeiführt. Es wird oft ganz langsam ein Schenkel emporgezogen, oder dergl.

Bei jeder einfachen Contraction, wie wir sie bei dem gewöhnlichen Gebrauch unserer Glieder wahrnehmen, findet eine dem Zweck der Bewegung entsprechende Geschwindigkeit und Grösse der Muskelverkürzung statt; ebenso in Beziehung auf Dauer und Intensität. Da, wo von der Erfüllung eines Zweckes keine Rede mehr sein kann, wie bei den Reflexbewegungen decapitirter Thiere, zeichnet sich die Contractionen durch eine gewisse Stetigkeit in der Zunahme der Verkürzung und durch einen mehr gleichmässigen Antheil aller zu einem Ganzen zusammengehörigen Bündel, so wie durch eine dem mechanischen Widerstand noch mehr entsprechende Intensität aus.

Dem gegenüber erscheinen die Krämpfe als Muskelverkürzungen, welche sich entweder mehr in einzelne rasch aufeinanderfolgende, aber noch deutlich von einander zu unterscheidende Zuckungen auflösen, oder in welchen sich extreme Maasse der Heftigkeit und Verkürzungsgrösse ungebührlich lang erhalten, und wobei meist der Charakter der Stetigkeit in der Entwicklung und der des gleichmässigen Zusammenwirkens aller Bündel verloren gegangen ist. Man unterscheidet bekanntlich klonische und tonische oder tetanische Krämpfe. Bei den ersten findet entweder ein Wechsel in der Verkürzung der Antagonisten statt, wobei die Glieder hin- und hergeschleudert werden, oder in einem Muskel, auch einer Muskelgruppe, schneller Wechsel von Verkürzung und Erschlaffung, während

im tonischen und in dem eigentlich tetanischen Krampf sich hauptsächlich die einzelnen Bündel der davon befallenen Muskeln ablösen, ohne dass die Glieder dabei beträchtlich oder überhaupt in ihren Gelenken bewegt werden, vielmehr längere Zeit hindurch in einer bestimmten Lage fixirt bleiben.

Bei der grossen Anzahl wahrscheinlicher Veranlassungen zu solchen Krämpfen in pathologischen Zuständen des menschlichen Organismus dürfte es nicht unwichtig sein nach und nach die einzelnen experimentell nachzuweisenden Ursachen genauer zu verfolgen. Wenn es sich dabei um Versuche an Thieren handelt, und noch dazu an solchen, welche in der Reihe der Wirbelthiere sehr tief stehen wie die nackten Amphibien, so scheint es vielleicht gewagt, die dabei gewonnenen Resultate zu Gesetzen auch für den menschlichen Organismus erheben zu wollen. Die Gefahr eines Irrthums wird aber um so geringer, je mehr bei den beobachteten Erscheinungen nur solche Mischungstheile in Betracht kommen, welche allgemein verbreitet und auch nur für die allgemeinsten Thätigkeitsäusserungen des Nervengewebes von demselben Belang sind. Dies wird wohl von keiner anderen Substanz mehr gelten, als von dem Wasser der Nerven, und von der Erregbarkeit der Nerven durch mechanische oder galvanische Reize.

Das ist der Grund, weshalb ich die nachstehende Untersuchung auch nicht für ganz werthlos für die praktische Medizin halte, obwohl zunächst alle Versuche nur an den isolirten Nerven des galvanischen Froschpräparates angestellt wurden und meine Bedenken sonst nicht klein sind die Ergebnisse experimenteller Forschungen an Thieren unmittelbar auf die Verhältnisse des menschlichen Körpers überzutragen.

Ausgesprochene Muskelkrämpfe treten am Unterschenkel des galvanischen Froschpräparates unfehlbar ein, wenn man dessen freipräparirten Nerv in Pulver trocknen Zuckers einbettet. Dies ist das bekannte Experiment, bei welchem man das Phänomen der Zuckungen auf Rechnung der hygroskopischen Eigenschaft des Zuckers gebracht hat, in Folge dessen dem Nerv Wasser entzogen wird. Der allgemeine Schluss war also: „Wasserentziehung veranlasst in dem Nerv eine Erregung, welche sich schliesslich an dem zugehörigen Muskel als Zuckungen und Krämpfe zu erkennen giebt.“ Dieser Schluss musste gerechtfertigt erscheinen, als man häufig genug dieselben Muskelkrämpfe wahrnehmen konnte, wenn man den Nerv unter der Glocke der Luftpumpe, über Schwefelsäure oder im freien Raum des Zimmers der Vertrocknung aussetzte.

Die zuletzt genannte Modification des Versuches führte indessen am seltensten zu constanten Resultaten. Bald traten die Krämpfe früher, bald später, bald gar nicht ein. Man konnte dies auf Rechnung der verschiedensten Nebenumstände bringen, glaubte sich aber schliesslich dabei beruhigen zu dürfen, dass es im Wesentlichen auf die Geschwindigkeit der Wasserentziehung ankomme, ob Zuckungen auftreten oder ausblieben, ob sie früher, ob später entstünden. Bei der galvanischen Reizung gewonnene Gesetze boten sehr plausible Analogien, und ihnen entsprechend musste als das Entscheidende die Geschwindigkeit des Zustand-Wechsels oder Mischungs-Wechsels betrachtet werden.

Schiff[1]) hat auf vielfache auch von mir bestätigte Versuche hin das Gesetz so formulirt: „Nicht der absolute Wassergehalt, sondern die Schnelligkeit seiner Verminderung ist es, welche die Reizung erzeugt.“

Sehr verschiedene, gelegentlich von mir gemachte Beobachtungen haben mich gezwungen zu vermuthen, dass diese Formulirung des Gesetzes den Kreis des Thatsächlichen nicht vollkommen umschliesst, und mich veranlasst, das ganze Phänomen nach einer grösseren Anzahl von Richtungen hin zu verfolgen.

Ich will den Lesern zuerst das Material der Beobachtungen vorlegen, und dann erst die Schlüsse ziehen, welche sich daraus einfach entwickeln lassen.

I. Reihe.

Es wurden auf der Peripherie eines Glastellers eine grössere Reihe von Präparaten 6—8 gleichzeitig so aufgestellt, dass der Unterschenkel senkrecht aufgerichtet war und der Nerv frei herabhing; es wird nämlich ein an einem kleinen Klotz befestigter Stachel durch das Tibial-Ende des Unterschenkels gestossen und dadurch das Präparat in die eben bezeichnete Stellung gebracht. Dabei zeigte sich, dass in einem Fall alle Präparate nach 7—10 Minuten in Zuckungen verfielen, in einem anderen wurde nur deren Hälfte befallen, in einem anderen mehr als die Hälfte — kurz, was oben schon angedeutet wurde: die Resultate fielen an den gleichzeitig und im gleichem Raum aufgestellten Präparaten sehr ungleich aus, sowohl was den Eintritt oder das Ausbleiben der Zuckungen überhaupt betraf, als auch in Beziehung auf die Geschwindigkeit, mit welcher sie sich einstellten. Dabei war es manch-

---

[1]) Lehrbuch der Physiologie pag. 101.

mal auffallend, dass es gerade die zwei zu ein und demselben Thier gehörigen Präparate waren, welche entweder a tempo zu zucken anfingen, oder gar nicht in Krämpfe verfielen. Das August'sche Psychrometer zeigte in den einzelnen Versuchen nur sehr geringe Schwankungen im Wassergehalt des Experimentirraumes, nämlich 9—10 Grmm. auf ein Cubikmeter Luft.

Die II. Reihe

von Versuchen musste zunächst auf die Beschaffenheit der Nerven selbst das Augenmerk richten, um zu erfahren, ob davon ein Unterschied im Resultat abhängig sei. Zunächst boten sich der Messung am zugänglichsten die Dimensionen der Nerven dar. Es war vorauszusetzen, dass bei grösserer Oberfläche aber kleinerem Querschnitt, also bei langen dünnen Nerven, die Zuckungen leichter und schneller eintreten würden, als bei kürzeren dicken.

In Beziehung auf die Länge haben sich folgende Zahlen ergeben.

(Siehe umstehende Tabelle.)

Aus diesen Versuchen ergiebt sich unmittelbar, dass die Länge des Nervenstückes, welches der Vertrocknung ausgesetzt wird, wesentlich begünstigend auf die Geschwindigkeit wirkt, mit welcher die Zuckungen eintreten, zugleich auch auf die Heftigkeit; denn die tetanische Streckung bezeichnet das höhere Maass des Krampfes. Diese blieb bei den Präparaten mit kürzeren Nerven entweder ganz aus, oder verschwand im Vergleich zu den Präparaten mit längeren Nerven nach halb so langer Dauer wieder.

Da bei den hier verglichenen Nerven je zweier zu ein und demselben Thier gehöriger Nerven keine grösseren Unterschiede in den Querschnitten obgewaltet hatten, so erklärt sich das Ergebniss des Versuches am Einfachsten aus der grösseren Summe von Nervenelementen, welche längs ihrer Fasern gleichzeitig der Vertrocknung exponirt waren.

Ebenso beginnt bei gleich langen aber ungleich dicken Nerven im Allgemeinen die Zuckung früher in Präparaten mit dünneren Nerven; allein die Unterschiede sind dabei nicht so sehr gross, weil überhaupt die Querschnitte nicht sehr von einander abweichen, andererseits weil ausser den Dimensionen offenbar noch andere Ursachen mit im Spiele sind, von welchen der schliessliche Erfolg abhängt.

	I. Thier. geschlachtet 5^h		II. Thier geschlachtet 5^h 21′		III. Thier geschlachtet 6^h 9′	
Länge des frei hängenden Nervenstückes in Millimeter	52,6	10	44	11	52	11
Zeit der Aufstellung .	5^h 12′	5^h 12′	5^h 30,5′	5^h 40,5′	6^h 15′	6^h 15′
Eintritt der ersten Zuckung	5^h 14,5′ In den kleinen Muskeln der Zehen.	5^h 28′ In den kleinen Muskeln der Zehen.	5^h 32,5′ In den kleinen Muskeln der Zehen und im Gastrocnemius.	5^h 45′ Sehr gering in den kleinen Muskeln der Zehen.	6^h 23′ 6^h 25′ sehr heftige klonische Krämpfe im Gastrocnemius	6^h 25′ 6^h 31′ ununterbrochene heftige klonische Krämpfe im Gastrocnemius, ohne dass es zu tetan. Streckung kommt.
	5^h 20′ in dem Gastrocnemius, klonisch.	5^h 35′ heftige klonische Krämpfe, ohne dass es zu vollkommen tetanischer Streckung kommt.	5^h 35′ heftigste tetan. Streckung bis 6^h	5^h 45′ klonische Krämpfe im Gastrocnemius.	6^h 28′ tetanische Streckung bis 6^h 40′.	
	21′ tetanische Streckung, andauernd bis 6^h 6^h 3′ ist die tetan. Streckung vorüber.		6^h 20′ ist der Nerv abgestorben.	6^h tetanische Streckung bis 6^h 15′. 6^h 30′ Nerv abgestorben.		

Der Wassergehalt der Luft war im Mittel während der ganzen Versuchszeit 9,6 Grmm. auf 1 Cub.-Meter Luft.

Hierüber wurden manichfache Erfahrungen mehr gelegentlich und nicht in eigens zu dem Zweck angeordneten Versuchen gewonnen, welche ich jedoch hier unter dem Titel:

III. Reihe

zusammenfassen will. Sehr oft geschah es, dass bei Herstellung des Präparates durch irgend eine mechanische Unbill, welche den Nerv traf, starke Zuckungen in der Schenkelmuskulatur erzeugt wurden; oder dass irgend wie galvanische Ströme den Nerv trafen, und in Folge dessen einige heftige Zuckungen auftraten, oder dass der Nerv mit etwas wärmeren Körpern in Berührung kam etc. Alle solche Präparate, deren Nerv vor Beginn des Wasserverlustes irgend wie heftiger irritirt war, zeigten sich besonders bevorzugt im Vergleich zu anderen und unter sonst gleichen Umständen in Zuckungen zu verfallen, wenn ihre Nerven austrockneten. Es muss daraus geschlossen werden, dass es gewisse prädisponirende Momente für das Zustandekommen des fraglichen Phänomens gäbe, welche thatsächlich in einer kurz vorausgegangenen Erschütterung der Nervenmoleküle, muthmasslich also auch in individuellen Unterschieden der Reizbarkeit selbst gelegen sein müssen.

Bei dieser Gelegenheit können auffallende, und wie mir scheint, noch keineswegs hinlänglich erklärte Erscheinungen nicht verschwiegen werden, welche bei mechanischen Verletzungen gewisser Theile des Nervensystems in einzelnen Versuchen constant, in anderen nicht immer mit derselben Leichtigkeit hervorgerufen werden können. Es sind dieses Krämpfe, welche die Zeit der Reizung oft sehr lange überdauern. Ganz constant und in der heftigsten Form, oft bis zum äussersten Grad des Tetanus gesteigert, werden sie erzielt bei sehr gelinder und ganz flüchtiger mechanischer Reizung jener Parthie des Rückenmarkes, welcher ich früher den Namen Reflexprovinz gegeben habe. Jeder, welcher öfter versucht hat, den Rückenmarkskanal der Frösche besonders von vorn aufzubrechen, wird, wenn er an jene Stelle kam, gefunden haben, dass der leiseste Druck auf das Mark sofort die tumultuarischsten Krämpfe in der Muskulatur der unteren Extremitäten hervorruft, wobei fast immer jede Fähigkeit zu Reflexbewegungen in diesen Gliedern für immer verloren geht. Diese Krämpfe dauern meist Minuten lange an. Durchschneidung des Markes in der Mitte dieser Stelle hat den gleichen Erfolg. Reizt man in ganz ähnlicher Weise das Mark an höher oben gelegenen Stellen, so erhält man in den unteren Extremitäten meist nur sehr vorübergehende Zuckungen oder kurz andauernde Krämpfe.

Die Ursache jener langandauernden Convulsionen kann nicht ausschliesslich in der Anordnung der Nervenelemente gesucht werden, wenn diese auch wesentlich dazu beiträgt, dass der Erfolg der mechanischen Reizung so constant auftritt; denn es lässt sich ziemlich häufig beobachten, dass momentaner Druck oder rasche Durchschneidung auch eines isolirten Nervenstammes ähnliche Wirkungen, wenn auch meist nicht in so heftigem Maass, hervorruft. So viel ich bis jetzt ermitteln konnte, sind die dafür am meisten begünstigten Stellen der peripherischen Nervenbahn der plexus ischiadicus, der Nervenstamm unmittelbar vor seinem Austritt aus dem Becken; weniger die Parthien, welche näher der Kniekehle und der Theilung des Stammes in seine beiden Aeste für den Unterschenkel gelegen sind. Am häufigsten und mit längster Nachwirkung folgen die Zuckungen auf eine Quetschung, wobei man sich denken könnte, dass die rückwirkende Elasticität eine Zeit lang Perioden kleiner mechanischer Erschütterungen veranlasst, welche von Zuckungen in den Muskeln begleitet sind. Doch beobachtet man das Gleiche auch häufig genug bei ganz scharfen Schnitten. Und was endlich die offenbar dabei betheiligten individuellen Unterschiede betrifft, so dürfte sich hiefür vorläufig nur sehr schwierig eine Erklärung finden lassen.

Für unsere Zwecke war es ausreichend, bei dem Studium des Einflusses, welchen die Vertrocknung der Nerven hat, auf diese Verhältnisse aufmerksam geworden zu sein.

Die IV. Reihe

von Versuchen beschäftigte sich mit den Vorgängen an den Präparaten, wenn sie sich in geschlossenen Räumen befanden, in welchen Chlorcalcium oder Schwefelsäure ausgebreitet war, um die Luft dieser Räume so viel als möglich auszutrocknen.

Es wurden vier Thiere geschlachtet und durch die Kniegelenke von je vier Schenkeln ein spitzer Draht gestossen, welcher sich an einem Stativ befand. Die Nerven hingen frei herab. Die eine Hälfte der Präparate wurde unter eine Luftpumpen-Glocke von c. $^1/_2$ Litre Rauminhalt gebracht, in welcher Chlorcalcium ausgebreitet war; nachträglich wurde diese Glocke auf einem Glasteller mit Wachs aufgekittet. Die andere Hälfte der Präparate befand sich ausserhalb der Glocke ebenso aufgestellt auf dem Glasteller. Der Wassergehalt der Zimmerluft betrug im Mittel während der Versuchsdauer: 10,3 Grmm. Wasser auf 1 C.-M. Luft, deren Temperatur 18,7^0 Cels. war.

Die Ergebnisse des Versuches sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Präparate in freier Luft.

Ia.	IIa.	IIIa.	IVa.	
5^h 0,2'	5^h 0,6'	5^h 1'	5^h 1,4'	Zeit d. Aufstellung.
5^h 10' in den kl. Zehenmuskeln.	5^h 9,7' in den kl. Zehenmuskeln u. d. Gastrocnem.	5^h 9,7' in den kl. Zehenmuskeln u. Gastrocnem.	5^h 9,7' in den kl. Zehenmuskeln u. Gastrocnemius.	Eintritt der ersten Zuckung.
11' klonisch im Gastrocnem.	10' klonisch im Gastrocnem.	12,4' tetanische Streckung andauernd bis 5^h 22'	15,8' tetan. Streckung andauernd bis 5^h 25'	
12,3' tetanische Streckung, andauernd bis 5^h 23'.	10,6' tetanische Streckung andauernd bis 5^h 28'			
27' noch Zuckungen in den Zehenmusk. u. Gastrocnem.				
5^h 39' letzte Zuckung.	5^h 38' letzte Zuckung.	5^h 37' letzte Zuckung.	5^h 48' letzte Zuckung.	
29 Minuten.	28,5	27,2	26,5	Dauer der Zuckungen.

Präparate in der Glocke.

Ib.	IIb.	IIIb.	IVb.	
5^h 5'	5^h 5'	5^h 5'	5^h 5'	Zeit d. Aufstellung.
Um 5^h 30' war in keinem der Präparate eine Zuckung eingetreten.				
Sämmtliche Präparate kommen jetzt in die freie Luft.				
5^h 40,6' in den kl. Zehenmusk. u. schwach im Gastrocnem.	5^h 44,5' im Gastrocnemius.	5^h 44,6' im Gastrocnemius.	Der Nerv dieses Präparates hatte sich unvermerkt an d. Muskel gelegt.	Eintritt der ersten Zuckung.
47' nur geringe Zuckungen in den kl. Zehenmuskeln.	49' tetan. Streckung andauernd bis 59'. Der Tetanus lässt nach.	6^h 2' unvollkomm. tetan. Streckung.	6^h 15' wird der Nerv frei gemacht.	
6^h 6,5' letzte Zuckung.	6^h 15' letzte Zuckung.		6^h 27' erste Zuckung in den kl. Zehenmuskeln.	
26	30,5			Dauer der Zuckungen.

Obwohl in diesem Fall in grosser Ausdehnung Chlorcalcium in dem geschlossenen Raum aufgestellt war, in welchem sich die eine Hälfte der Präparate befand, so konnte doch die Luft nicht wasserarm genug dadurch gemacht werden, weil von der feuchten Oberfläche der Muskulatur immer so viel Wasser an die Luft des Raumes abgegeben wurde, dass die Nerven nicht so schnell austrocknen konnten, als diess in der freien Luft geschah. In der That zeigten sich zu derselben Zeit die letzteren auch viel weniger biegsam, glänzend und weich als die in der Glocke befindlichen. Offenbar aber mussten sie doch Wasser verloren haben, weil sie frei in einem Raum hingen, welchem fortwährend durch die darin ausgebreitete hygroskopische Substanz Wasser entzogen wurde. Gleichwol aber begannen die Zuckungen der Muskeln fast genau nach Verfluss derselben Zeit, nachdem sie der freien Luft exponirt worden, wie die Präparate, welche sich von Anfang an darin befunden hatten; auch die Dauer der Zuckungen zeigte keinen erheblichen Unterschied.

Der Versuch wurde jetzt dahin geändert, dass man über die ganzen Präparate Luft mit einer gewissen Geschwindigkeit streichen liess, und zwar über die eine Hälfte der Präparate wasserhaltige Zimmerluft, über die andere vollkommen trockene.

Der Apparat, dessen ich mich zu dem Zweck bediente, war folgendermassen zusammengestellt: An der Einströmungsöffnung eines grossen mit Wasser gefüllten Adspirators befand sich eine Chlorcalciumröhre. Diese mündete in den durchbohrten Glasteller, auf welchem eine Glasglocke aufgekittet wurde. In ihr waren die 4 Unterschenkel von vier Thieren mit herabhängenden Nerven aufgestellt. Ihre obere Oeffnung war mit einem durchbohrten Kork geschlossen, in welchem eine rechtwinklig gebogene Glasröhre eingekittet war. Mit dieser standen mehrere Chlorcalciumröhren in einer Längenausdehnung von 2′ 7″ in Verbindung, und mündeten zuletzt in die Ausströmungsöffnung eines Compteur. Von der Einströmungsöffnung des letzteren ging eine winklig gebogene Röhre durch die Durchbohrung eines zweiten Glastellers, auf welchem schliesslich eine zweite Glocke aufgekittet wurde. Unter dieser befanden sich die vier anderen Unterschenkel der Frösche, ebenfalls mit frei herabhängenden Nerven; ihre obere Offnung trug eine kleine Röhre, welche in unmittelbarer Nähe des August'schen Psychrometers ausmündete.

So wie der Hahn des Gasometers geöffnet wurde, begann die Zeigerbewegung am Compteur, und gestattete die Beob-

achtung der Geschwindigkeit, mit welcher sich durch die eine Glocke die feuchte, durch die andere die getrocknete Zimmerluft bewegte. Es geschah dies in den ersten 20 Minuten so, dass 721 Cub.-Cent. in der Minute durch den Apparat gingen, von da an bis zum Ende des Versuches dagegen 40,6 Cub.-Cent.

Das Resultat ergiebt sich am leichtesten aus der tabellarischen Uebersicht:

Dem Strom der feuchten Zimmerluft ausgesetzte Präparate.

	I a.	II a.	III a.	IV a.
Zeit der Aufstellung der Präparate.	3^h 35,5′	3^h 35,5′	3^h 35,5′	5^h 35,5′
Eintritt der ersten Zuckung.	4^h 18,4′ in den kl. Zehenmusk. sehr schwach.	keine	keine	4^h 15,5′ in den kleinen Zehenmuskeln. 4^h 26,5′ klonisch im Gastrocnemius. 5^h vollkommen ruhig.

Dem Strom der getrockneten Luft ausgesetzte Präparate.

	I b.	II b.	III b.	IV b.
Zeit der Aufstellung der Präparate.	3^h 31,5′	3^h 31,5′	3^h 31,5′	3^h 31,5′
Eintritt der ersten Zuckung.	4^h 17′ in den kleinen Zehenmuskeln. 4^h 28′ klonisch, schwach im Gastrocnem.	keine	keine	4^h 16,8′ in den kleinen Zehenmuskeln. 4^h 39,5′ klonisch im Gastrocnem. 5^h vollkommen ruhig.

Um 5^h 15′ wurde der Luftstrom unterbrochen, die Glocken geöffnet, und alle 8 Präparate kamen neben einander in die freie Luft des Zimmers, welche während des ganzen Versuches im Mittel auf 1 Cub.-Meter 11 Grmm. Wasser führte, und deren Temperatur 18,7^0 Cels. war.

Präparate, welche der feuchten Luft ausgesetzt gewesen waren.

I a.	II a.	III a.	IV a.	
5^h 15′	5^h 15′	5^h 15′	5^h 15′	Zeit der Herausnahme der Präparate aus den Glocken.
5^h 20,1′	5^h 20′	5^h 20,8′	5^h 28,6′	Eintritt der Zuckungen.
5^h 21′ heftige Krämpfe.	5^h 21,5′ heftige	5^h 21′ Zuckungen.		

Präparate, welche dem Strom der getrockneten Luft ausgesetzt worden waren.

I b.	II b.	III b.	IV b.	
5^h 15′	5^h 15′	5^h 15′	5^h 15′	Zeit der Herausnahme der Präparate aus den Glocken.
5^h 20	5^h 20	keine Zuckungen.	keine Zuckungen.	Eintritt der Zuckungen.
5^h 23 nur noch schwache Zuckungen.				
	5^h 25—27′ nur sehr selten eine Zuckung.			

Diese Versuchsreihe lehrt, dass trotz der Fähigkeit von 7 Präparaten in Zuckungen zu gerathen, bei der gegebenen Geschwindigkeit der Luftströmung doch nur vier unter den Glocken dazu gebracht werden konnten, und zwar höchst auffallend gerade die beiden Paare, welche zu den gleichen Thieren gehörten. Der Eintritt der Zuckungen erfolgte aber viel später, als dies sonst in der freien Zimmerluft von dem gleichen Wassergehalt und der gleichen Temperatur einzutreten pflegt, wobei der Termin von 10—11 Minuten kaum je überschritten wird, nämlich erst nach c. 40 Minuten.

So wie aber diese in den Glocken nach 50 Minuten zur Ruhe gekommenen Präparate aus den Glocken herausgenommen und frei der Zimmerluft exponirt wurden, geriethen 3 von ihnen schon nach 5 Minuten in lebhafte Zuckungen und nur IVa erst nach 13 Minuten. Dass die Präparate, welche sich im Strom der getrockneten Zimmerluft befunden hatten, jedenfalls mehr Wasser verloren hatten als die anderen, bewies der beträchtliche Verlust an Zuckungsfähigkeit, welcher,

nachdem die Schenkel aus der Glocke herausgenommen worden waren, nur äusserst schwache Zuckungen in zwei von ihnen aufkommen liess.

Das allgemeinste Resultat, welches sich aber aus dieser Reihe ziehen lässt ist das, dass der senkrechte Luftstrom, welcher in dem Raum des Zimmers herrscht, einen bedeutenderen Effekt in Beziehung auf das hier in Rede stehende Phänomen auszuüben vermag, als die Luftströmung, welcher durch den oben beschriebenen Apparat die dort bezeichnete Geschwindigkeit gegeben worden, ja dass die Luftströmung im freien Zimmerraume mehr bewirkt als die Strömung einer auch sehr viel trockneren Luft, welche per Minute 721 Cub. Cent. an einem Punkt vorbei bewegt. Noch immer musste im Auge behalten werden, dass die Luft, wenn sie auch vollkommen trocken in die zweite Glocke eintritt, an den feuchten Muskeln vorbeistreichen muss um an die Nerven zu kommen, so dass diese also wohl mit einer trockneren Luft in Berührung kommen, als die Nerven der Präparate in der ersten Glocke, aber doch nicht mit einer wasserfreien.

Die nächste Aufgabe war also Muskulatur und Nerv örtlich in zwei verschiedene Räume zu trennen, um den Nerv allein der getrockneten Luft eines Gefässes aussetzen zu können. Dies wurde in der

V. Reihe

von Experimenten ausgeführt. Die Methode ist einfach. Ein Stück Spiegelglas wird in mehrere Streifen zerschnitten, die Schnittflächen vollkommen eben und matt geschliffen, zugleich an einander gegenüberstehenden Puncten so oft eingefeilt, als man Präparate zum Versuch verwenden will. Diese Kerben werden so tief gemacht, dass bei dem Aneinanderstossen der Glasstreifen Canäle entstehen eng genug um die Nervenstämme unmittelbar vor ihrem Eintritt in die Muskulatur des Unterschenkels ohne Quetschung zu umschliessen.

Wenn mehrere Präparate gleichzeitig verwendet werden sollen, also 6—8 Frösche geschlachtet werden müssen, so geschieht dies so schnell als möglich und bei allen auf die gleiche Weise. Dann wird ein Präparat nach dem anderen enthaütet, endlich ein Nerv nach dem anderen präparirt, genau an dem gleichen anatomischen Ort abgeschnitten, sofort aber in Muskeln eingehüllt und so lange in eine „feuchte Kammer“ gelegt, bis das letzte Präparat fertig ist. Dann werden alle Präparate aufgespiesst und schliesslich die bis dorthin auf den Gastrocnemius zurückgeschlagenen Nerven möglichst gleichzeitig herabgehoben, in die Rinnen gelegt, und die zweite Hälfte

des Glases sofort an sie angestossen. Das Knie steht dann unmittelbar auf dem Glasdeckel auf und die Nerven hängen in dem durch Schwefelsäure ausgetrockneten Raum frei herab.

Dabei fragt es sich zunächst, ob in solchen Fällen unfehlbar die Zuckungen eintreten müssen, und ob ihr Eintritt wesentlich dadurch beschleunigt wird. Die Ergebnisse der Versuche waren folgende:

Thier.	Präparate mit Nerven über Schwefelsäure.	Präparate mit den Nerven der anderen Seite derselben Thiere in freier Luft des Zimmers. t = 17⁰ Cels.	Wassergehalt der Luft.
I.	Eintritt der Zuckungen nach 7,5 Minuten.	Eintritt der Zuckungen nach 8 Minuten.	10 Gr. auf 1 C.M.
II.	Es entstehen in 40 Minuten noch keine Zuckungen. Der Nerv ist ganz ausgetrocknet und steif.	— „ 10 „	10 Gr.
III.	Zuckungen nach 12 Min.	— „ 16 „	
IV.	„ nach 15,5 „	— „ 12 „	
V.	„ „ 14 „	— „ 17 „	
VI.	„ „ 12,5 „	— „ 10,5 „	
VII.	„ „ 15 „	— „ 8,5 „	

Nun wurden sechs Reagentiengläschen in ihrer ganzen Höhe mit Asbest ausgefüttert, so dass nur ein enger Canal in der Axe des Glases frei blieb. Der Asbest wurde mit Nordhäuser Schwefelsäure getränkt, welche an der Luft sehr stark rauchte. Zu jedem Gläschen war ein aus zwei Hälften bestehender, dicht schliessender Deckel vorgerichtet, welcher in derselben Weise wie die Glasstreifen in der Mitte dem Nerv frei in den vom Asbest leer gelassenen Raum des Gläschens herabzuhängen gestattete, während das Präparat auf der Aussenseite des Deckels befestigt war.

Der Nerv war also ringsum ganz dicht von der so stark hygroskopischen Schwefelsäure seiner ganzen Länge nach umgeben. Die andere Hälfte der zu denselben Thieren gehörigen Präparate wurde im freien Raum des Zimmers mit frei herabhängenden Nerven aufgestellt. Der Wassergehalt der Zimmerluft war während der Versuchsdauer im Mittel 9,65 Grmm. auf 1 Cm., ihre Temperatur 17,2⁰ Cels.

Um auch zu zeigen, dass die Herstellung der einzelnen Präparate sehr wenig Zeit in Anspruch nahm, habe ich in der ersten Horizontalcolumne der nächsten Tabelle die Zeit

angegeben, in welcher die Präparation jedes einzelnen Schenkels begann.

Präparate über Schwefelsäure.

Ia.	IIa.	IIIa.	IVa.	Va.	VIa.	
3^h 46,5′	3^h 51,6′	3^h 54,9′	3^h 58,7′	4^h 2,1′	4^h 6′	Beginn der Präparation.
4^h 12′	4^h 17′	4^h 19′	4^h 21,5′	4^h 24′	4^h 26′	Zeitpunkt der Aufstellung d. Präparates.
4^h 55,25′	keine Zuckungen treten ein				4^h 51,7′	Eintritt der ersten Zuckung.

Präparate in freier Zimmerluft.

Ib.	IIb.	IIIb.	IVb.	Vb.	VIb.	VII.	
3^h 48,2′	3^h 52,4′	3^h 56′	3^h 59,9′	4^h 4′	4^h 7,2′	4^h 9,5′	Beginn der Präparation.
4^h 11′	4^h 12,5′	4^h 14′	4^h 15,5′	4^h 17′	4^h 18,5′	4^h 20′	Zeitpunkt der Aufstellung d. Präparates.
4^h 28,5′	4^h 28,5′	4^h 31,5′	4^h 29,5′	4^h 30,5′	4^h 32,5′	4^h 27′	Eintritt der ersten Zuckung.

Nun kamen die Nerven IIIa, IVa, Va aus dem Gläschen heraus, und wurden der freien Zimmerluft exponirt und zwar

IIIa um 5^h 15′, IVa um 5^h 15,6′, Va um 5^h 15,5′.

Bei allen geriethen ihre Muskeln in Zuckungen und zwar bei IIIa um 5^h 25,5′, IVa um 5^h 17,5′, Va um 5^h 21′. —

Auf diese Weise war es ganz klar geworden, dass auch diese Methode der raschen Wasserentziehung nicht absolut nothwendig zu dem Auftreten der Muskelkrämpfe Veranlassung giebt; denn immer fanden sich Präparate, welche selbst dabei vollkommen ruhig blieben, obwohl sich erweisen liess, dass sie nicht aus irgend anderen Gründen überhaupt unfähig waren in Krämpfe zu verfallen.

Sucht man die mittleren Geschwindigkeiten, mit welchen sich die Convulsionen, da wo sie überhaupt eintraten, in den Parallelversuchen einstellten, so findet sich sogar eine grössere für die Nerven, welche der Zimmerluft frei exponirt waren. Denn die mittlere Zahl ist hier 12,6 Minuten, während sie für die über Schwefelsäure hängenden Nerven 18,1 Minute beträgt.

Bei der Betrachtung dieser Verhältnisse machten sich jetzt Gewichtsbestimmungen des Wassergehaltes der Nerven für den Moment nothwendig, in welchem die ersten Zuckungen eintraten.

Diess bildete

die VI. Reihe

der Versuche, zu welchen wir jetzt übergehen. Dass diese Wägungen die empfindlichsten Waagen, völlig zuverlässige Gewichte und möglichst leichte Geräthschaften voraussetzen bedarf keiner Erwähnung. Die Nerven wurden in dem Moment abgeschnitten, in welchem die erste Zuckung eintrat, und sofort in ganz kleine äusserst leichte Gläschen gebracht, welche einen sehr sichern und festen Verschluss gestatteten. Es wurden theils einzelne Nerven gewogen, theils mehrere zusammen um die unvermeidlichen Fehler möglichst klein zumachen.

Der mittlere Wassergehalt der Froschnerven beträgt im frischen Zustand 76,3 % der feucht gewogenen Substanz.

Bei einer Versuchsreihe waren die der freien Zimmerluft ausgesetzten Präparate im Mittel nach 12,3 Minuten in Zuckungen gerathen; diejenigen, deren Nerven über Schwefelsäure hingen nach 13,8 Minuten. Der Wassergehalt der letzteren betrug 70,5 % der der ersteren 70,9 %.

In einem anderen Fall kamen die Muskeln in der freien Zimmerluft nach 5,8′ Minuten in Zuckungen, die deren Nerv über Schwefelsäure hing, nach 7,5 Minuten. Dabei betrug der Wassergehalt der letzteren 67,3 % der der ersteren 75,5%.

Die Nerven der Präparate, welche in der V. Reihe dieser Versuche so lange über Schwefelsäure gehangen hatten, und deren Austrocknung erst in freier Luft die Zuckungen entstehen liess, führten im Mittel in dem Moment des Eintrittes der ersten Zuckung nur noch 48,4 % Wasser, während diejenigen Nerven, welche von Anfang an der freien Zimmerluft exponirt gewesen waren, in demselben Moment 63,03 % Wasser hatten.

So viel wurde wenigstens aus diesen Versuchsreihen gewiss, dass die grössere Geschwindigkeit des Wasserverlustes eine geringere Wasserabnahme nicht ersetzen könne d. h. der Eintritt der Zuckungen wird durch die Geschwindigkeit des Wasserverlustes nicht so weit begünstigt, dass derselbe schon bei einer kleineren Wasserabnahme erfolgen müsste, wenn diese nur in kürzerer Zeit herbeigeführt wird.

Darin unterscheidet sich also dieses Phänomen wesentlich von dem durch galvanische Ströme erzeugten, wobei die Steilheit der Abgleichungscurve in hohem Grad die geringere Dichte des Stromes compensiren kann.

Alle Ergebnisse vereinigten sich von jetzt an dahin noch anderweitige Momente in's Auge zu fassen, welche als wesentliche Veranlassungen den Ausschlag bei dem Auftreten der Convulsionen geben. Das am nächsten Liegende war die Bewegung der Luft, welche auch in der scheinbar ganz ruhigen Luft des Zimmers durch den Anemometer nachgewiesen werden kann, und die erwiesener Maassen auf die Verdunstung des Nervenwassers einen so grossen Einfluss ausübte, dass sie davon in der gleichen Zeit eine grössere Menge wegführen konnte als die so hygroskopische und in ausgedehnter Fläche ausgebreitete hygroskopische Schwefelsäure in geschlossenen Räumen.

Die VII. Reihe

von Versuchen wurde daher mit bewegter Luft angestellt. Zuerst wurde an die Ausströmungsöffnung eines doppelten Blasebalges, wie er zum Glasschmelzen verwendet wird, ein Kautschukschlauch befestigt, in welchem eine kurze Glasröhre steckte. Mittelst eines an einem Faden hängenden Papierschnitzels wurde die Axe des Windstromes ermittelt und in dieser die Nerven von 6 Präparaten aufgestellt. Aus der Canüle des Gebläses wurden 200 CC. Luft per Secunde gefördert. Das I. Präparat war von der Mündung der Canüle 2,5″ entfernt, das II. 12,5″, das III. 24,5″, das IV. 37,5″, das V. 49,5″, das VI. 62″. Die Ergebnisse des Versuches waren folgende:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Zeit der Präparation .	5^h 32,5′	5^h 33,5′	5^h 34,8′	5^h 35,7′	5^h 37,5′	5^h 38,9′
Zeit d. Aufstell. der Präparate	5^h 43,5′	5^h 42′45″	5^h 5,3′	5^h 43′10″	5^h 43′15″	5^h 43′20″
Zeit der ersten Zuckung .	5^h 47′	5^h 47′	5^h 47,5′	5^h 48′	5^h 49′	5^h 49′20″
Eintritt tetan. Streckung .	5^h 48,5′	5^h 48,5′	5^h 49,8′	5^h 49,9′	kein Tetanus.	
	6^h 7′ wird d. Nerv abgeschn. u. sofort hört jede Zuckung auf.				Es zeigte sich der Nerv an einer kleinen Stelle angeschn.	
Nachlass d. tetan. Streckung		6^h 16′	6^h 16′	6^h 19′		6^h 39′
Schwächste Zuckungen in den kl. Zehenmuskeln .		6^h 30′	6^h 36′			

Diese Versuchsreihe lehrte, dass die Bewegung der Luft wesentlich befördernd auf den Eintritt der Zuckungen wirkt. Die Geschwindigkeit desselben betrug bei I 3′30″, bei II 4′15″, bei III 4,30″, bei IV 4′50″, bei V 5′45″, bei VI 6′. Ausserdem ist mir noch kein Nerv vorgekommen, welcher einem etwas stärkeren Luftsrom ausgesetzt, nicht Zuckungen in kürzester Zeit hervorgerufen hätte. Zugleich aber werden die Convulsionen durch den Luftstrom viel länger unterhalten, nehmlich 43—51 Minuten, während ihre Dauer sonst blos 25—30 Minuten beträgt. Endlich ersieht man aus Versuch I, dass die Zuckungen direct von dem Nervenstamm ausgehen und nicht durch den heftigsten gegen die Muskelzweige gerichteten Wind unterhalten werden können.

Ob aber die Bewegung das Wesentliche oder die Grösse des Wasserverlustes das Entscheidende ist, muss durch Gewichtsbestimmungen ermittelt werden.

Die VIII. Reihe

von Versuchen wurde in ähnlicher Weise angestellt wie die vorhergegangene, nur wurde eine noch stärkere Luftbewegung angewendet, und grössere Distancen gewählt. Der Wind wurde durch einen Pariser Ventilator erzeugt. Die Entfernungen der Präparate von der Ausströmungsöffnung betrugen:

für I 37″, für II 84″, für III 153″, für IV 195″.

Aufgestellt wurden die Präparate:

I	II	III	IV
3^h 27′	3^h 27,5′	3^h 28′	3^h 28′.

Um 3^h 29′,8″ wurde der Ventilator mit grösster Umdrehungsgeschwindigkeit in Bewegung gesetzt.

Die erste Zuckung trat ein:

bei Präparat I 3^h 30′, II 3^h 30,5, III 3^h 30,6′, IV 3^h 34,2′.

In demselben Moment wurde der Nerv des Präparates, welches zu zucken anfing, abgeschnitten, in das festverschlossene Gläschen gebracht und gleich darauf gewogen, sodann bei 100° ausgetrocknet und wieder gewogen.

Thier Nr. 1. Der Nerv des Präparat I hatte 69,65 % Wasser.
Thier Nr. 2. Der Nerv des Präparat II „ 71,36 % Wasser.
Thier Nr. 1. Der Nerv des Präparat III „ 64,9 % Wasser.
Thier Nr. 2. Der Nerv des Präparat IV „ 66,6 % Wasser.

Theilt man die vier Präparate in zwei Paare ab, was besonders deswegen erlaubt ist, weil zwischen II und III eine

grössere Entfernung gewählt war als zwischen I und II oder III und IV, und zieht das Mittel aus je zwei Wägungen, so findet man für die dem Ventilator näheren Nerven im Moment des Eintritts der Zuckungen 70,5⁰/₀ Wasser, für die weiter entfernteren dagegen 65,7⁰/₀. Hier also bildet die Bewegung ein Aequivalent für den geringeren Wasserverlust, welchen die Nerven dabei erlitten, während die einem schwächeren Luftstrom ausgesetzten erst c. 5⁰/₀ Wasser mehr verlieren mussten, ehe von ihnen aus Zuckungen konnten erregt werden.

Es fragt sich nun weiter: kann diese Art der Bewegung irgend wie durch andere Erschütterungen ersetzt werden? Gelegentliche Beobachtungen sprachen hiefür. Oft bemerkte ich, dass wenn nach Verfluss von 10—15 Minuten an Präparaten, deren Nerven in freier Luft hingen, keine Zuckungen eintreten wollten, sich dieselben sofort einstellten, als ich den Nerv berührte oder ihn mit sehr geringer Gewalt von irgend einem festen Gegenstand loslöste, an welchen er während der Vertrockung angeklebt war.

Andere gelegentliche Beobachtungen hatten ferner gelehrt, dass das, was in den eben erwähnten Fällen durch die kleinsten mechanischen, im rechten Augenblick angebrachten Erschütterungen bewerstelligt werden konnte, auch durch äusserst schwache galvanische Reize von momentaner Dauer zu erzielen war.

Dies führte zur

IX. Reihe,

einem streng durchgeführten Parallelversuch, welcher nur die eben erwähnte, sehr oft gemachte Beobachtung bestätigen sollte und auch bestätigt hat.

Zwei Präparate ein und desselben Thieres wurden unter eine Glocke gebracht; unter den Nerven stand eine weite Schale mit Schwefelsäure. Durch den durchbohrten Hals der Glocke ragten zwei Kupferdrähte herab, auf welche der Nerv des einen Präparates gelegt wurde; der Nerv des anderen hing frei herab. Um 4^h 41′ wurde die Glocke über beide Präparate gestürzt und auf dem Teller aufgekittet. Nach 51 Minuten war in beiden Präparaten noch keine Zuckung aufgetreten. Jetzt wurde nur ganz kurze Zeit, wenige Sekunden, der Strom eines Rotationsapparates durch den Nerv des einen Präparates geschickt. Es zuckte heftig und sofort begannen die Austrocknungszuckungen und hielten ununterbrochen 34,3 Minuten lang an. Um 6^h 35′ wurde, als sich im zweiten Präparat noch immer keine Zuckung zeigte, die Glocke gelüftet.

Es kam dasselbe jetzt in die freie Zimmerluft und nach 5 Minuten begannen in ihm die Convulsionen und dauerten 15 Minuten an, ohne dass es jedoch mehr zu einer heftigen tetanischen Streckung kam. Das andere Präparat zeigte aber zur selben Zeit keine Zuckungen mehr; es war bereits erschöpft.

Dieser Versuch bestätigte also auf's Schlagendste, dass eine zur rechten Zeit angebrachte Erschütterung der Nervenmoleküle die sonst nicht zum Ausbruch kommenden Convulsionen sofort in Gang bringen kann. Im Gegensatz dazu giebt es auch Einflüsse, unter welchen die bereits eingeleiteten Convulsionen oft momentan sistirt werden können. Ausser manchen anderen hebe ich hier nur ein Paar heraus, welche ein besonderes Interesse bieten und mehr auffallend sind. Darunter befindet sich erstens der Dampf des Ammoniaks.

X. Reihe.

Die Methode des Versuches war ganz einfach. Der Unterschenkel wurde wie gewöhnlich an einem in einen Metallklotz eingeschraubten Stachel in der Kniegegend aufgespiesst, so dass er senkrecht emporstand, während der Nerv durch den engen Canal einer gespaltenen Glasplatte herabhing. Eine über den Muskel gestürzte kleine Glocke verhütete dessen Vertrocknung. Es wurde gewartet, bis in der Zimmerluft die Muskelkrämpfe entstanden waren, dann wurde die Glasplatte mit dem Präparat auf ein Glas mit geschliffenem Rand gestellt, in welchem sich dicht unter dem Nerv in einer Uhrschale Ammoniak befand. Dieses Glas war zugedeckt, bis der Nerv in den Raum gebracht wurde.

Ein ähnliches Gefäss war auch vorgerichtet um den Nerv mit den Dämpfen der gewöhnlichen (nicht rauchenden) Salpetersäure in Contakt kommen zu lassen.

Die Ergebnisse der Versuche waren folgende:

1. Bei einem Präparat waren in Folge der Vertrocknung eben kleine Zuckungen in den Zehenmuskeln eingetreten. Sein Nerv tauchte nur einen Moment in den Dampf des Ammoniaks und sofort war nicht nur jede Bewegung erloschen, sondern es konnten vom Nerv aus auch keine Zuckungen durch Anwendung selbst sehr starker Inductionsstösse erzeugt werden. Der Nerv kam hierauf in den Dampf der Salpetersäure, allein er blieb vollkommen reizlos.

2. In einem anderen Fall hatten sich in $2^1/_2$ Minuten die Convulsionen bis zum heftigsten Tetanus gesteigert. Der Nerv kam darauf in den Ammoniakdampf, sofort hörte der Tetanus auf, und nur noch schwache Zuckungen in den kleinen Zehen-

muskeln hielten gegen 15 Sekunden an. Der Nerv wurde jetzt herausgenommen, durch den Rotationsapparat auf isolirender Unterlage gereizt, aber ohne allen Erfolg trotz der grössten Annäherung des starken Magnet an den Anker und trotz der grössten Umdrehungsgeschwindigkeit des letzteren.

3. In einem dritten Fall wurden nur stärkere klonische Krämpfe in den Zehenmuskeln abgewartet. Nachdem dieselben $^1/_2$ Minute gedauert hatten, kam der Nerv in den Ammoniakdampf, blieb $^1/_2$ Minute darin (nach 15 Sekunden hatten schon alle Zuckungen aufgehört), und zeigte sich nach dieser Zeit durchaus unerregbar.

4. Nachdem sich bei einem anderen Präparat in einem Zeitraum von 5 Minuten die Krämpfe von den Fingermuskeln über den ganzen Unterschenkel verbreitet hatten, kam der Nerv um 5^h 59′ in den Dampf der Salpetersäure. Jetzt traten noch lebhaftere Zuckungen ein; um 6^h hatten sie sich zum heftigsten Tetanus gesteigert, gingen aber schon nach $^1/_2$ Min. in klonische Krämpfe über. Um 6^h 1′ kam der Nerv in den Ammoniakdampf; sehr schnell hörten die Zuckungen auf und als der Nerv nach 10 Minuten herausgenomen wurde, war er ebenfalls nicht mehr reizbar.

5. In einem anderen Fall liess man die Krämpfe 2 Min. lang fortdauern, während der Nerv im Dampf der Salpetersäure hing; dann wurde er herausgenommen, zeigte sich noch durch schwache Ströme erregbar, kam über Ammoniak und konnte 2 Minuten in dessen Dampf bleiben ohne seine Reizbarkeit einzubüssen; nach 7 Minuten war sie dagegen erloschen.

6. Wiederum wurde ein Nerv zwei Minuten dem Dampf der Salpetersäure ausgesetzt, wobei seine Muskeln heftige klonische Krämpfe zeigten. Nun kam der Nerv über Ammoniak; die Zuckungen wurden sofort sehr schwach und dauerten nur noch 15 Sekunden in den Zehenmuskeln an. Nach 1 Minute Aufenthalt im Ammoniakdampf zeigte sich der Nerv noch reizbar. Er blieb weitere 2 Minuten darin und verlor seine Reizbarkeit noch nicht. Ja in 4 weiteren Minuten, also im Ganzen nach 7 Minuten Aufenthalt im Ammonikdampf, war die Reizbarkeit noch nicht erloschen, wohl aber eine Minute später.

Während also sonst die Erregbarkeit der Nerven, wie ich schon an einem anderen Ort[1]) gezeigt habe, durch den Ammo-

---

[1]) Denkschriften der Kgl. Bayr. Akademie der Wissensch. Bd. XXXI. pag. 580.

niakdampf, man darf fast sagen, momentan vernichtet wird, so erhält sich dieselbe verhältnissmässig so lange, wenn der Nerv vorher mit dem Dampf der Salpetersäure in Contact war. Das heisst: die Wirkung des Ammoniak wird verzögert, wenn ihm im Nerv eine anderweitige sauere Flüssigkeit geboten wird, nach deren Neutralisirung erst das Ammoniak die Nervensubstanz functionsunfähig machen kann. Sollte die Wirkung des Amoniaks auf den Nerv nicht in einer Neutralisirung eines saueren Körpers bestehen? Dann wäre die Gegenwart des letzteren ein nothwendiges Requisit für die Erregbarkeit. Doch wage ich diess nicht als eine erwiesene sondern nur wahrscheinliche Sache hinzustellen.

Noch überraschender sind die Wirkungen der warmen Luft, zu welchen ich jetzt übergehe.

XI. Reihe.

Der Apparat, mit welchem experimentirt wurde, war folgender. Ein grosses cylindrisches Gefäss von 0,3 Meter Höhe und 0,2 Meter Durchmesser hatte 2 Einsätze. Der nächste von aussen war 0,23 Meter hoch und hatte 0,11 Meter Durchmesser. Beide waren mit Wasser gefüllt und durch den Deckel des letzteren ragte ein Thermometer in den Raum des ersteren herein. Der dritte Einsatz war leer nur 4,3 Cm. hoch, mit einem Durchmesser von 0,1 Meter und oben durch eine Glasplatte geschlossen, welche doppelt durchbohrt war. Die beiden Löcher hatten 1'' Durchmesser.

Auf diesen Glasteller wurde eine runde 9 Mill. dicke geschliffene Glasplatte gestellt, welche ein Loch hatte, durch welches ein Thermometer bis in die Mitte des innersten Einsatzes hereinragte; zugleich war diese Platte in zwei Hälften getheilt, und jede derselben an der Stelle mit einer Kerbe versehen, welche über das andere Loch im unteren Glasteller zu stehen kam. Wurden beide Hälften an einander gestossen, so bildeten beide Kerben zusammen, wie früher schon beschrieben wurde, einen Canal, durch welchen der Nerv in den trocknen erwärmten Luftraum hineinragen konnte, ohne dass sich dem Raum über der Platte, worin der dazugehörige Unterschenkel senkrecht aufgestellt war, eine höhere Temperatur mittheilen konnte. Ueber den Schenkel war eine Glasglocke gestürzt, welche ebenfalls wieder einen Thermometer trug. Wollte man die Lufttemperatur in ihr nicht höher steigen lassen, so konnte man diess durch aussen auf die Glocke gelegte Fliesspapierstreifen bewirken, welche in Wasser, Alkohol oder Aether getränkt waren.

Innerhalb der Glocke befand sich feuchtes Fliesspapier. Ich werde zunächst nun die Versuchsprotokolle mittheilen.

1. Zeit der Aufstellung des Präparates	5h 43′	Temperatur im untern Raum für den Nerven 28° R.
Eintritt der ersten Zuckung	5h 43′2″	Temperatur im untern Raum für den Nerven 29° R.

	Zeit der Aufstellung des Präparates.	Temperatur im untern Raum.	Eintritt der ersteu Zuckung.
2.	5h 50′	28°	5h 54′
3.	4h 16′	33,5°	4h 17,5′
4.	4h 57′	32,8°	4h 58′
5.	5h 54′	30,7°	5h 55′7″
6.	6h 0′	29,9°	6h 2′

7. Versuch.

Ein Präparat wurde aufgestellt: 6h 54′; dabei war die Temperatur im unteren Raum 14°. Die erste Zuckung trat 7′10″ ein, als die Temperatur auf 29,5° R. gestiegen war. 2 Minuten später waren nur noch schwache klonische Krämpfe in den Interosseis u. dem Gastrocnemius wahrzunehmen; die Temperatur hatte sich auf 30° R. erhoben, und gleich darauf waren die Krämpfe sistirt.

8. Versuch.

6h 7′5″ wurde ein anderes Präparat aufgestellt, wobei die Temperatur im unteren Raum 13,5° R. war. Nach 7 Minuten, wobei die Temperatur auf 31° gestiegen war, traten heftige Zuckungen in den kleinen Zehenmuskeln und dem Gastrocnemius auf; nach zwei weiteren Minuten zuckten bei einer Temperatur von 32° nur noch die ersteren; anderthalb Minuten später schwach der Gastrocnemius. Eine Minute darauf waren bei 33° R. die Bewegungen im Gastrocnemius verschwunden, traten aber zwei Minuten später mit erneuter Heftigkeit in Form klonischer Krämpfe auf. 13,5 Minuten nach der Aufstellung des Präparates waren alle Zuckungen vorüber, kehrten auch in der bis dahin gleichgebliebenen Temperatur (33° R.) nicht mehr wieder.

9. Versuch.

Die Temperatur im unteren Raum war gleich von Anfang an 36° R. Die Zuckungen traten nach 2 Minuten ein.

10. Versuch.

Die Temperatur im Raum für den Nerven war von Anfang an 39° und stieg in 7 Minuten bis auf 41,5°. In dieser Temperatur entstanden gar keine Zuckungen.

11. Versuch.

Der Nerv kommt in den Raum, dessen anfängliche Temperatur 36,8^0 R. ist. Nach 3 Sekunden beginnen klonische Zuckungen, welche schon nach 2 Minuten sehr schwach werden. Sobald jetzt das Präparat an die freie Zimmerluft kam, entstand sofort der heftigste Tetanus, welcher momentan nachliess und klonischen Krämpfen Platz machte, so wie der Nerv wieder in den warmen Raum zurükgebracht wurde; später (nach 10 Minuten) entstand jedesmal im Moment des Herausnehmens des Nerv aus dem warmen Raum Tetanus und im Moment vollkommene Ruhe, wenn der Nerv in den Raum zurückgebracht wurde. Die Temperatur war nur um einen Grad gestiegen, 37^0 geworden.

12. Versuch.

Zeit.	Temperatur im untern Raum.	Bemerkungen.
9^h 57′	11^0 R.	Der Nerv kommt in den Apparat.
10^h 3′	26^0 R.	
5′	32^0 R.	Eintritt der ersten Zuckungen in den kleinen Zehenmuskeln.
6′30″	34^0 R.	
7′25″	34,5^0 R.	Die Zuckungen hören ganz auf. So wie der Nerv aus dem warmen Raum herausgenommen wird, tritt heftiger Tetanus ein, welcher sofort verschwindet, so wie der Nerv in den Raum zurückgebracht wird.
10′ 12′30	36^0 R.	Der Nerv wird aus dem Apparat genommen, und wieder dahin zurückgebracht. Die aussen sehr heftig gewordenen Bewegungen vermindern sich sofort und es bleiben nur noch einzelne Zuckungen zurück.
12′	37^0 R.	Das Präparat war jetzt ganz zur Ruhe gekommen. Im Moment des Herausnehmens entsteht heftigster Tetanus, welcher bei dem Zurückbringen sofort völliger Ruhe in allen Muskeln Platz macht.

Dieser Wechsel wurde noch öfter und genau mit dem gleichen Erfolg wiederholt.

13. Versuch.

Zeit.	Temperatur im untern Raum.	Bemerkungen.
11h 19′	15⁰ R.	Das Präparat wird im Apparat aufgestellt.
21′30″	21⁰ R.	
24′	28⁰ R.	Eintritt der ersten Zuckungen, welche sogleich hämmernd im Tarsus (klonische Krämpfe im Gastrocnemius) waren.
27′	31⁰ R.	
28′30″	32⁰ R.	Nur klonische Krämpfe im Gastrocnemius.
29′30″	32⁰,5 R.	
30′	32⁰,8 R.	Nur noch ganz schwache Zuckungen, in den Zehenmuskeln. Im Moment, in welchem das Präparat herausgenommen wird, entsteht Tetanus im ganzen Unterschenkel.
31′30″	33⁰ R.	Der Nerv kommt in den warmen Raum zurück. Die Zuckungen dauern noch fort; aber die Bewegungen sind klonische Krämpfe im Gastrocnemius.
33′50″		Das Präparat ist vollkommen in Ruhe.
34′		Das Präparat wird herausgenommen, und sofort tritt heftiger Tetanus ein. Im Moment des Zurückbringens in den warmen Raum ist die ganze Muskulatur erschlafft und jede Bewegung verschwunden.
45′	30⁰ R.	Ders. Versuch mit gleichem Erfolg.
50′		ditto.
52′		Bei dem Herausnehmen treten jetzt nur noch klonische Krämpfe im Gastrocnemius auf und das Präparat kommt schnell zur Ruhe.
54′		Es entstehen bei dem Herausnehmen des Präparates nur noch einzelne Contractionen im Gastrocnemius, wenn der Nerv auf ein Uhrschälchen gelegt wird, welches auf Eis steht.
12h		Jetzt war bei dem Herausnehmen

des Präparates nur noch eine einzige schwache Zuckung über Eis zu erzwingen.

Die Zuckungsfähigkeit hatte in diesem Fall 41 Minuten gedauert. Ich habe die letzten Versuche so ausführlich mitgetheilt, weil man daraus ersehen kann, unter welchen Umständen sich am sichersten dieses überraschende Phänomen hervorrufen lässt, und welche verschiedenen Stadien dabei durchlaufen werden.

Aus allen Versuchen dieser Reihe ergeben sich aber als Schlüsse folgende Resultate. Die Zuckungen und Krämpfe treten in warmer Luft viel schneller ein als in der kühleren. In der Mehrzahl der Fälle kommen, wenn die Wärme bis zu 29⁰ R. gesteigert ist, zwar heftige aber nur klonische Krämpfe vor. Tetanische Streckung wurde nur ausnahmsweise beobachtet, zumal wenn die Temperatur nicht von Anfang an über 25—30⁰ hoch war. Alle Zuckungen verschwinden aber in der höheren Temperatur viel schneller als in der Temperatur von 13—15⁰ R. Kaum darf aber die anfängliche Temperatur höher als 37 oder 38⁰ R. sein um noch Convulsionen auftreten zu lassen; bei 39⁰ R. geschieht dies wenigstens nicht mehr. In der ersten Zeit wirkt so lange die in der Wärme entstandenen Krämpfe noch nicht ganz vorüber sind, das Herausnehmen der Präparate aus dem warmen Raum so, dass die Zuckungen stärker werden, die klonischen Krämpfe in Tetanus übergehen. Das Zurückbringen der Nerven in den warmen Raum sistirt zu der Zeit nicht sofort die Zuckungen völlig, sondern vermindert nur ihre Intensität plötzlich. In dem zweiten Stadium aber, in welchem die Präparate innerhalb des warmen Raums ganz zur Ruhe gekommen waren, lässt sich das frappante Schauspiel öfter hintereinander zeigen, bei welchem im Moment des Herausnehmens das Präparat in heftigsten Tetanus verfällt, und im Moment des Zurückbringens in den warmen Raum mit einem Schlag vollkommen erschlafft. Es wurde noch eine,

die XII. Reihe

von Beobachtungen angestellt um diese Erscheinungen bei Wechsel verschiedener Medien näher kennen zu lernen. Ich theile davon nur einen Versuch mit.

Das Präparat wurde frei im Raum des Zimmers aufgestellt 10ʰ 43′, die Temperatur des Zimmers war 15,5⁰ R.

10ʰ 54′ Es stellten sich noch keine Zuchungen ein, begannen aber sofort bei Berührung des Nerv mit dem Finger,

dauerten fort, aber nicht heftig und auf die Zehenmuskeln beschränkt.

11h	Der Nerv kommt in feuchte mit Wasserdunst gesättigte Luft von 15,5⁰ R. Wärme. (Das Präparat befindet sich nehmlich auf dem früher beschriebenen Glasteller)
11h 6′	Die Zuckungen dauern fort, schwach und nur auf zwei Zehen beschränkt.

6′30″	Der Nerv kommt in den bis 32⁰ R. erwärmten Calorimeter-Raum.
7′	Heftige Convulsionen und gleich darauf tetan. Streckung.

7′30″	Der Nerv wird in Wasser von 12⁰ R. getaucht; sofort verschwindet der Tetanus; an seine Stelle treten klonische Krämpfe.
8′	Die Zuckungen sind schon sehr schwach.

8′ 20″	Der Nerv kommt in den Calorimeter-Raum (T=32⁰ R.).
9′	Es beginnen die Zuckungen.
11′	Tetanus stellt sich ein.

11′	Der Nerv kommt in den mit Wasserdunst gesättigten Raum. Die Zuckungen dauern fort, werden aber bald schwächer.
31′	Die Zuckungen sind ganz schwach.

14′	Der Nerv kommt in den Calorimeter-Raum.
14′30″	Heftige Zuckungen beginnen und gleich darauf Tetanus.

14′50″	Der Nerv kommt in die mit Wasserdunst gesättigte Luft. Der Tetanus dauert Anfangs fort, macht aber dann heftigen klonischen Krämpfen Platz.
17′	Nur in den Zehen sind noch schwache Zuckungen.
17′40″	Der Nerv kommt in den Calorimeter-Raum.
18′	Es beginnen heftige klonische Krämpfe.

	Der Nerv kommt in den freien Zimmerraum; sofort stellt sich Tetanus ein.
18′40″	Der Nerv taucht in Wasser. Die Krämpfe dauern in klonischer Form fort, ergreifen aber hauptsächlich die Beugemuskeln.

19′50″	Die Zuckungen haben gänzlich aufgehört.

20′	Der Nerv kommt in den Calorimeter-Raum.
21′	Es tritt die erste Zuckung im Gastrocnemius auf.
23′	Die Zuckungen verstärken sich.
23′30″	Klonische Zuckungen im Gastrocnemius.

23′40″	Der Nerv kommt in die freie Luft des Zimmers; sofort tritt Tetanus ein.

24′20″	Der Nerv taucht in Wasser; es entstehen sogleich klonische Krämpfe.
25′30″	Die Zuckungen hören auf.
25′40″	Der Nerv kommt in den Calorimeter-Raum.
28′	Schwache Zuckungen treten ein.
30′30″	Es entstehen nur stossweise einzelne Zuckungen im Gastrocnemius; sowie aber der Nerv der freien Zimmerluft exponirt wird, beginnt im Augenblick Tetanus.
31′	Der Nerv taucht in Wasser. Hier kommt es nur zu stossweisen Zuckungen, welche noch 50 Sekunden andauern.

Auf diese Weise liessen sich also trotz der vielfachen Misshandlungen, welchen der Nerv ausgesetzt worden, 58 Min. lang immer wieder durch die gleichen äussen Mittel die gleichen Erscheinungen hervorrufen; und zwar nicht blos an diesem Nerven, sondern an jedem anderen; denn ich habe diese Versuchsreihen mehrmal und immer von den gleichen Resultaten begleitet, angestellt.

Die XIII. Reihe

von Versuchen beschäftigte sich mit der Ermittlung der Stärke der Zusammenziehung, welche die Muskeln bei dem Vertrocknen der Nerven zeigen. Die Vorrichtung, welche dazu benutzt wurde, war die von Mundt[1]) beschriebene, auf deren Abbildung am angeführten Ort ich hier der Kürze wegen verweise. Als Muskel wurde der Gastrocnemius benutzt und um ihn sicher aufzuhängen, der Stachel des Statives durch die Knochen des Kniegelenkes gestossen, welche allein von dem Skelet am Präparat gelassen wurden und deren Verschiebbarkeit völlig unmöglich gemacht worden. Der bis zu seinem Austritt aus dem Becken frei präparirte Schenkelnerv wurde auf ein Glimmerblättchen gelegt um bei den ersten Versuchen in gepulverten Zucker eingebettet zu werden. Die Ablesung der Verkürzung geschah mit Skala und Fernrohr; Drähte und Waagschale

---

1) Die Lehre von der Muskelbewegung. 1858. p. 37.

wogen zusammen 29 Grmm. Bei unbelasteter Waagschale war der Stand der Skala 25 Millim. 5 Minuten, nachdem der Nerv in Zuckerpulver gehüllt war, begannen die Zuckungen, wodurch das untere Muskelende um 1,5 Millim. gehoben wurde. In der 6. Minute war es um 3 Millim. gehoben.

Nun wurden 100 Grmm. auf die Waagschale gelegt; diese wurden 2,5 Millim. hoch gehoben und auf dieser Höhe erhalten. 3 Minuten nach dem Eintritt der ersten Zuckungen wurde die Waagschale mit 200 Grmm. belastet. Jetzt war der Stand der Skala derselbe wie vor Beginn der Austrocknung. Etwas über eine Minute erhielt sich dieser; so lange also blieben 200 Grmm. gerade durch die Zusammenziehungskraft des Muskels balancirt. Schon 5 Minuten nach dem Eintritt der ersten Zuckung rückte der Endpunkt des Muskels bei dieser Belastung um 1 Millim. herab. Nach 7,5 Minuten waren schon 100 Grmm. im Stand der Verkürzungskraft das Gleichgewicht zu halten. Der Muskel hielt auch die leere Schale jetzt nur noch 1 Millim. über dem ersten Stand in der Höhe, so dass die Ablesung jetzt 24 Millim. war. 8 Minuten nach Beginn der ersten Zuckung wurde der Nerv abgeschnitten; sofort bewegte sich die Skala um 3 Millim. herab. Es war also eine Verlängerung des ruhenden Muskels um 4 Millim. eingetreten.

In einem zweiten Versuch war bei unbelasteter Waagschale der Stand der Skala 24. Die Verlängerung des Muskels durch 200 Grmm. betrug 6. Millim.

Der Nerv wurde in Zuckerpulver eingebettet, und die Waagschale mit 100 Grm. belastet. 4 Minuten später begann die Zuckung. Ein Bild ihrer Zunahme mit der Zeit giebt die folgende Tabelle.

Zeit.	Ablesung an der Skala in Millimetern.
10′	Schwankung zwischen 18 u. 19
	18 - 19,5
	18 - 20
10′5″	„ „ 19 - 21
11′	„ „ 20 - 22
11′8″	„ „ 20,5 - 22,5
12′	„ „ 22 - 23
13′30″	„ „ 23 - 23,5
14,30″	„ „ 24′

Mit kaum bemerkbaren Zittern bleibt das Muskelende jetzt 1/2 Minute auf dieser Höhe. Es ist dies der Moment, in welchem 100 Grm. Belastung der Verkürzungskraft des Muskels eben das Gleichgewicht hält (4,5 Minuten nach dem ersten Auftreten der Zuckungen). Von jetzt an erscheinen bei dieser

Belastung keine Schwankungen mehr, sondern der Muskel verlängert sich wieder je mehr und mehr.

Zeit.	Ablesung an der Skala.
15′	23
	22,5
15,′36″	22
16′	21
16,′30″	24 bei 0 Belastung,
17′	Beginn neuer kleiner Zuckungen.
17,′50″	22,5 bei 100 Grmm. auf der Waagschale.
18′	20,5
18′10″	20
19′	18 bei 200 Grmm. auf der Waagschale.
Der Nerv wird abgeschnitten	18.

In einer anderen Versuchsreihe wurde der Nerv dem Austrocknen durch die freie Zimmerluft überlassen und lag dabei zwischen den Drähten eines Störer'schen Apparates. Die Temperatur der Luft war im Mittel 18° C.; ihr Wassergehalt 10 Gr. auf 1 Cm. Die Ergebnisse waren folgende.

I. Präparat.

Belastung.	Ablesung an der Skala.	Zeit.
Waagschale	15,5 Millim.	
200 Grmm.	9	
Waagschale	15,5	4^h 30 Beginn der Zuckungen.
200 Grmm.	13	
200 Grmm.	21 bei Reizung mit dem Inductions-Apparat.	
0 Grmm.	15,5—16,5	4^h 32′
0 Grmm.	20	37′
200 Grmm.	15,5	42′
0 Grmm.	20	44,5′
100 Grmm.	13,5—15,5	
100 Grmm.	15,5—16,5	
100 Grmm.	21 (bei electr. Reizung.)	
100 Grmm.	14—19	
100 Grmm.	18	4^h 48′
100 Grmm.	18,5—19	48′30″
100 Grmm.	16	49′
100 Grmm.	15	49′30″
100 Grmm.	20 (bei electr. Reizung.)	
100 Grmm.	13	4^h 51′

II. Präparat.

Belastung.	Ablesung an der Skala.	Zeit.
Waagschale.	13	
100 Grmm.	10,5	5^h 4′
100 Grmm.	19,5 (bei electr. Reizung.)	
100 Grmm.	11	
100 Grmm.	11,5	5^h 6′
100 Grmm.	11	5^h 12′
100 Grmm.	10,5	5^h 14′ Beginn der Zuckungen.
0 Grmm.	15—18,5	16′
100 Grmm.	14,5—15	17′30″
100 Grmm.	14,5—16	18′
100 Grmm.	13	19,′30″
100 Grmm.	12	19′40″
0 Grmm.	14,5—17	19′50″
100 Grmm.	12—16	20′30″
100 Grmm.	17,5 (bei electr. Reizung.)	
100 Grmm.	10	21′
100 Grmm.	17,5 (bei electr. Reizung.)	

III. Präparat.

Belastung.	Ablesung an der Skala.	Zeit.
0 Grmm.	12	
100 Grmm.	9,5	
100 Grmm.	17 (bei elektr. Reizung.)	5h 58′
100 Grmm.	10—11	6h 1′30″ Eintritt d. Zuckungen.
100 Grmm.	9,6	9′30″
0 Grmm.	12	
100 Grmm.	10	11′
100 Grmm.	11	13′30″
100 Grmm.	14	14′
100 Grmm.	10—16	14′30″
100 Grmm.	10—16 (bei elektr. Reizung)	
100 Grmm.	11—13,5	21′30″
100 Grmm.	10—16 bei elektr. Reizung)	
0 Grmm.	15	
0 Grmm.	17 (bei elektr. Reizung)	

IV. Präparat.

Belastung.	Ablesung an der Skala.	Zeit.
0 Grmm.	13	6h 15′
100 Grmm.	11—17 (bei elektr. Reizung)	
100 Grmm.	11—11,5	26′ Eintr. d. Zuckungen.
0 Grmm.	15—16	26′30″
0 Grmm.	16—17	27′
0 Grmm.	17	27′30″
100 Grmm.	16—17	
100 Grmm.	16—18	28′
100 Grmm.	13	28′3″
100 Grmm.	12—13	28′30″
100 Grmm.	11,5	29′
100 Grmm.	11—16 (bei elektr. Reizung)	30′15″

Um den Werth dieser Versuchsreihe zu erkennen, muss man wissen, welches die Grenzen der Effecte elektrischer Reizungen sind, wenn dieselben genau in derselben Weise auf frisch präparirte Nerven wirken. Es wäre aber misslich diese Grenzen an denselben Präparaten aufzusuchen, an welchen man solche Versuche anstellen will, wie die eben mitgetheilten. Man musste sich deshalb begnügen an Präparaten derselben Thiere zu operiren, aber zum Versuch den zweiten weiter nicht mehr benutzten Schenkel zu wählen. Dabei ergab sich, dass bei der Reizung der Nerven mit dem Rotationsapparat der Gastrocnemius im Stande war, ein Gewicht von 500 Grmm. 1—2 Millim. hoch zu heben. Erst Gewichte von 550—600 Grmm. sind im Stande dem Streben der verkürzenden Kräfte so das Gleichgewicht zu halten, dass der Endpunkt des Muskels nicht mehr über den Skalastrich hinaufrückt, bis zu welchem er durch die Belastung bei nicht gereiztem Nerv herabbewegt worden war. Diese verlangten Gewichte sind so gross, dass an der Zerreissung der Achillessehne, selbst an ihrer dicksten und festesten Stelle, der Versuch scheitern kann. Wenn man daher sieht, dass bei der Einbettung des Nerv in Zucker, wobei dem Augenschein nach die heftigsten Zuckungen entstehen, die Zugkräfte nicht mehr als 200 Grmm. und bald darauf nur 100 Grmm. zu aequilibriren vermögen, wenn man

aus den anderen Versuchen sieht, dass nur in Beziehung auf höchstens 100 Grmm. Belastung die Hubhöhe der Muskeln in Folge des Reizes durch die Vertrocknung der gleichkommen kann, welche sich in Folge der stärksten elektrischen Reizung zeigt, so ist dadurch der Schluss gerechtfertigt, dass jene Muskelzuckungen an Intensität weit hinter denen zurückstehen, welche man durch kräftige elektrische Reizung herbeiführen kann. Dabei ist zu erwähnen, dass ich von den Beobachtungen in die obige Reihe nur diejenigen aufgenommen habe, in welchen 100 Grmm. durch die Krämpfe gleich oder nahezu gleich gehoben werden konnten, wie durch die elektrische Reizung der Nerven, während in anderen Fällen die Verkürzungsgrösse der krampfhaft contrahirten Muskeln selbst noch hinter jenem Maass weit zurückgeblieben ist.

Dagegen charakterisirt den Zustand der Nerven, in welchen sie bei einer gewissen Höhe des Wasserverlustes gerathen, die grosse Leichtigkeit, mit welcher sie Reize der verschiedensten Art beantworten, und dadurch die Verkürzungen nicht belasteter Muskeln hervorrufen; in den belasteten dagegen nur eine Spannung der Fasern ohne Ortsveränderung des Muskelendes erzeugen.

Wenn man aus allen diesen Beobachtungen die unmittelbar sich ergebenden Schlüsse zieht, so gelangt man zu folgenden Resultaten:

Länger andauernde wechselnde oder auf gewissen Höhen sich haltende Verkürzungen können in Muskeln nach einem momentanen Reiz, welcher Rückenmark oder Nervenstämme getroffen hat, unter gewissen Umständen eintreten. Es ist vorläufig gleichgültig vorauszusetzen, ob diese Möglichkeit an besondere innere Einrichtungen der von dem Reiz getroffnen Nervenstelle gebunden ist, welcher zu Folge ein momentaner Impuls in eine Periode von Erschütterungen umgesetzt wird, was das Wahrscheinlichere bei der Reizung gewisser centraler Stellen ist, oder ob dem einmaligen Reiz gewisse Veränderungen folgen, deren nicht sofort wieder eintretende, sondern in längerer Zeit erst vollendete Ausgleichung mit fortlaufenden Erregungen verbunden ist, was das Wahrscheinlichere bei der Reizung peripherischer Stellen sein dürfte. Diese Nachwirkung des ersten Reizes kann thatsächlich so gering sein, dass ihre sichtbare Folge, die länger andauernden Krämpfe, bei frischen Nerven zu den seltneren Fällen gehört, und nur ausnahmsweise für sie der Satz seine

Geltung einzubüssen scheint, welcher lautet: Die Wirkung eines Reizes, welcher einen peripherischen Stamm trifft, dauert nicht länger als der Reiz selbst.[1])

Was nun immer die Ursache solcher Krämpfe sei, Thatsache ist, dass ihre Entstehung bei einem gewissen Grad der Wasserverminderung in den Nerven aufs höchste begünstigt wird. Nicht nur leise Berührung, schwacher Zug, sondern auch ein sehr schwacher oder sehr starker elektrischer Strom von kürzester Dauer und Temperaturerniedrigung, sowie auf einem früheren Stadium Temperaturerhöhung lassen sie sofort hervortreten. Nicht unpassend dürfte es erscheinen, an ein Phänomen zu erinnern, welches aus der Physik bekannt ist, und äusserlich eine grosse Aehnlichkeit mit dem eben besprochenen physiologischen hat. Ich meine die Erscheinung, dass z. B. Wasser bis unter 0 erkältet werden kann, ohne Eis zu bilden; dass dieses aber sofort durch die ganze Masse des Wassers geschieht, wenn eine geringe Erschütterung erzeugt wird, und andere derartige Erfahrungen.

Die Krämpfe *scheinen* aber auch ohne alle weitere Ursache entstehen zu können durch den Process des Wasserverlustes an sich, und dieser Satz bildete den Kern der ganzen Untersuchung. Die Frage, welche erledigt werden sollte, war die: Ist es der Zustandswechsel der Nervensubstanz an sich, also der Uebergang vom Wassergehalt a zu dem Wassergehalt a—n, welcher die Zuckung erzeugt, oder rührt ihre Entstehung von einem diesen Wechsel *begleitenden Umstand* her? Diese Frage hat dadurch eine Bedeutung gewonnen, dass man den für die elektrische Reizung gültigen Satz auf jede Form der Reizung anzuwenden bemüht ist. Wenn die Function eines Organes von seiner Form und Mischung abhängig ist, so liegt der Gedanke nahe, dass jede Veränderung der letzteren auch in blos quantitativer Weise, also Vermehrung oder Verminderung des normalen Gehaltes als Reiz wirke, welcher dann in die Classe der sogenannten Lebensreize[2]) gehört. Bei der Bedeutung, welche erwiesener Maassen das Wasser für die allgemeinen Eigenschaften der organischen Gewebe überhaupt, und die der Nerven ins Besondere hat, wird man berechtigt, dieses für einen integrirenden oder Lebensreiz der Nerven zu halten. Von der elektrischen Reizung her weiss man, dass es sehr wesentlich auf die Geschwindigkeit der Veränderung ankommt, welche in der Nervensubstanz herbeigeführt wird.

---

[1]) cf. *Weber* in Wagner's Handwörterbuch Bd. III. Abth. II. p. 15.

[2]) cf. *Volkmann* in Wagner's Handwörterbuch Bd. II. pg. 515 ff.

Will man für die Ursache des hier in Rede stehenden Phänomens direkt den Vergleich mit der elektrischen Reizung gelten lassen, so muss sich auch dabei bewähren, was weiter für diese Gesetz ist. Bei der elektrischen Reizung kann zur Erzielung des gleichen Effektes innerhalb weiter Grenzen wenigstens durch die Vergrösserung der Geschwindigkeit der Stromschwankung oder des Stromwechsels ersetzt werden, was der Stromdichte an absolutem Werth genommen wird. Eine vollkommene Parallelisirung beider hier in Rede stehender Vorgänge setzt also nothwendig voraus, dass bei der Muskelzuckung, welche das Vertrocknen der Nerven begleitet, um so weniger Wasser auszutreten braucht, je schneller dasselbe aus den Nerven entweicht. Wenn man nun aus der V. Reihe ersieht, dass Nerven, welche erwiesener Maassen in sich kein weiteres Hinderniss für die Entstehung der Zuckungen überhaupt darboten, unter Umständen, welche den Wasserverlust in hohem Grad begünstigten, doch keine Krämpfe zu erzeugen vermochten, wenn man an dem Beispiel aus der VI. Reihe erkennt, dass die Nerven nach grossem Wasserverlust Zuckungen in kurzer Zeit erregen können, wenn sie selbst in eine wasserreichere Luft kommen, als die war, in welcher sie sich vorher befunden hatten, wobei nothwendig die Verdunstung von der Oberfläche des vorher schon stark eingetrockneten Nerven weniger rapid vor sich gehen musste, als zu der Zeit, wo sie ganz feucht in die getrocknete Luft gehängt wurden — wenn man diesen Thatsachen neben den Versuchen der XI. Reihe ihr Recht lässt, welche unmittelbar beweisen, dass von bestimmten Momenten an gerade dann die Zuckungen am heftigsten werden, wenn die Nerven in Räume kommen, in welchen Temperatur und Wassergehalt der Luft eine verlangsamte Verdunstung voraussetzen lässt — dann ist man gezwungen, die Analogie mit der elektrischen Reizung in ihrer strengsten Form, wie sie oben gefordert wurde, fallen zu lassen und nach anderweitigen Erklärungen zu suchen.

In Beziehung auf die Grösse und Schnelligkeit der Verdunstung giebt die Beobachtung von Wassergehalt und Temperatur der umgebenden Luft allein bekanntlich keinen Aufschluss. Ein wichtiges Moment, welches noch hinzukommt, und welches bei gleicher Grösse der eben genannten Factoren die verschiedensten Effecte in Beziehung auf die Verdunstung herbeiführen kann, ist die Bewegung der Luft. Dieser Factor hat sich denn auch in der VII. und VIII. Reihe unserer Versuche als entscheidend gezeigt und musste auch in den Fällen als wesentlich betheiligt erachtet werden, in welchen sich die

Präparate in der nur scheinbar ruhigen Luft des geschlossenen Zimmerraumes befanden. (IV. und V. Reihe). Wenn man nun weiter wahrnahm, dass auf gewissen Höhen der Vertrocknung mancherlei Arten schwacher Impulse im Stande sind, die Zuckungen und Krämpfe sofort zum Ausbruch zu bringen, wenn sie aus anderweitigen Ursachen nicht eintreten wollten (III. und IX. Reihe), so musste geschlossen werden, dass wenn überhaupt bei der Vertrocknung der Nerven Muskelkrämpfe auftreten sollen, ihr Entstehen von einem zu dem Wasserverlust noch hinzukommenden oder ihn unmittelbar begleitenden Moment abhängen müsse.

Die Thatsache ferner, dass im freien Zimmerraum so gut wie in geschlossenen Räumen oder in Räumen, durch welche Luft von verschiedenem Wassergehalt mit der gleichen Geschwindigkeit bewegt wird, sonst weiter nicht mehr auf ihre letzten Ursachen zurückführbare Unterschiede in Beziehung auf Geschwindigkeit des Eintrittes oder auf Eintritt und Ausbleiben der Zuckungen überhaupt bei den einzelnen Präparaten bemerklich sind: diese Thatsachen lehren, dass in den verschiedenen Nerven von Haus aus schon gewisse Differenzen in Beziehung auf die Leichtigkeit angetroffen werden, mit welcher sie die zugehörigen Muskeln in Krämpfe zu versetzen vermögen. Die Ursache davon werde mit dem freilich nicht viel erklärenden Wort „Individualität“ bezeichnet; dass sich aber das, was man im Allgemeinen darunter versteht, hier wirklich geltend macht, lehrt die I., IV. und V. Reihe. Wie bei allen Reizen wird sie um so mehr in den Hintergrund gedrängt, je übermächtiger der Reiz ist. Daher treten die Zuckungen unfehlbar ein, wenn man den Nerv in Zuckerpulver bettet, wenn man ihn einem starken Luftstrom aussetzt. Dass aber die Intensität des Reizes, welche sich bei der Vertrocknung der Nerven geltend macht, überhaupt klein ist, ergiebt sich aus der XIII. Reihe, aus welcher hervorgeht, dass sie, gemessen an dem die verkürzenden Kräfte äquilibrirenden Gegengewicht, in den günstigsten Fällen um das 4—5fache der der elektrischen Reizung nachsteht. Deswegen kann in den Versuchen z. B. in der Zimmerluft die Individualität noch am häufigsten ihre Geltung behaupten.

Behält man alle Thatsachen im Auge, und fragt nach der allein denkbaren Ursache, welche bei einem gegebenen Zustand der Nerven während der Vertrocknung die Muskelkrämpfe anregen könne, so findet man keine andere, als die Erschütterung der wirksamen Nervenelemente durch

die bei dem Vertrocknen entweichenden Wassertheile.

Von diesem Gesichtspunkt aus sei es gestattet, die einzelnen Gruppen der beobachteten Erscheinungen zu überblicken.

Allgemeine Voraussetzung und Vorbedingung für die Entstehung der Muskelkrämpfe bei der Vertrocknung ihrer Nerven ist ein bis zu einem gewissen Grad gediehener Wasserverlust oder ein verminderter Wassergehalt überhaupt. Denn nicht bei dem Beginn der Verdunstung, sondern erst nachdem eine gewisse Menge Wasser verloren gegangen ist, beginnen die Zuckungen. Die Wasserprocente, welche man in dem Moment des Eintrittes der Zuckungen findet, schwanken, weil auch der Wassergehalt der Nerven Schwankungen unterworfen ist; auch kann es nicht auf die Gleichheit des relativen Wasserverlustes an irgend einem einzelnen Punkt des Nerven ankommen, weil die Dimensionen des Nerven auf die Geschwindigkeit des Eintritts der Zuckungen influiren. Die Vertrocknung beginnt an der Oberfläche und man könnte geneigt sein anzunehmen, dass der Zeitverlust dadurch bedingt ist, dass die Vertrocknung anfänglich die unwirksamen Nerventheile, die Hüllen trifft, um erst später zu den wirksamen Elementen vorzudringen. Es verliert aber gleich von Anfang an auch die Schnittfläche Wasser, an welcher die letzteren frei zu Tag liegen. Immer also wird als Vorbedingung eine gewisse Abnahme des Wassers gelten müssen. Ist diese vorhanden, und gleichzeitig eine von anderweitigen, unbekannten „individuellen“ Ursachen abhängige Prädisposition, so entstehen die Muskelkrämpfe, wenn das Wasser bei seinem Entweichen ausreichend heftige Erschütterungen in den Nervenmolekülen zu erzeugen vermag. Diess ist natürlich um so leichter, je schneller die Bewegung des Wassers aus den Nerven. Wenn aber aus Mangel an Geschwindigkeit dieser Bewegung oder wegen einer grösseren Trägheit der Nervenmoleküle dadurch an sich keine Zuckung zu Stande gebracht werden kann, so erhält dieser relativ oder absolut zu schwache Impuls einen Vorschub, wenn im günstigen Moment den Nerv ein anderweitiger Reiz trifft. Tausendfältige andere Erfahrungen haben ergeben, dass nach Anwendung eines etwas stärkeren Reizes, schwächere den Nerv sichtbar erregen, welche ihn vorher nicht zu erregen vermochten. Daher auch in unserem Fall die Beobachtung, dass ein einmaliger Reiz durch Elektricität etc. den continuirlichen Gang der Zuckungen einzuleiten im Stande ist. Bei der Bewegung der Luft wirken, wenn sie stark ist, beide Umstände zusammen, die mechanische Er-

schütterung durch den Luftstrom und die grössere Bewegungsgeschwindigkeit im Innern des Nerven. Bei den Versuchen in dem vertikalen Luftstrom des Zimmers gegenüber denen in dem geschlossenen trockneren Raum wesentlich die letzgenannte Ursache. Bei den Versuchen, in welchen die Nerven wegen der höheren Temperatur keine Zuckungen mehr hervorrufen können, ist die Abkühlung und die damit unvermeidlich verbundene Volumsänderung dem äusseren mechanischen Reiz gleichzusetzen; denn die Verdunstung wird dabei sicher nicht beschleunigt.

Nicht die bis zu einer gewissen Grenze stationär gewordene Wasserabnahme, nicht also der Abzug einer bestimmten Grösse von dem als Lebensreiz aufzufassenden normalen Wassergehalt veranlasst an sich schon die Muskelkrämpfe. Die Versuche mit dem Wechsel von kalter und warmer Luft, in welche jeweilig die Nerven gebracht werden, zeigen, dass auf einen bestimmten, ziemlich hohen Grad der Wasserarmuth momentan der Eintritt und das Verschwinden der Zuckungen herbeigeführt werden kann; und zwar beide Stadien so schnell hintereinander, dass bei dem ohnedies schon sehr ausgetrockneten Gewebe nicht entfernt eine Schwankung des Wassergehaltes das Entscheidende sein kann. Durch die Austrocknung, welche der Nerv in der warmen Luft erfahren hat, ist der Nerv aber auf einem gewissen Punkt des Wasserverlustes gleichsam aufs Aeusserste schlagfertig gemacht sofort die Zuckungen auftreten zu lassen, wenn das Hinderniss entfernt ist, welches in der höheren Temperatur liegt; wenn also der Nerv aus dem warmen Raum in den kühleren zurückgebracht wird. An sich hemmend für die Zuckungen wirkt die höhere Temperatur keineswegs; denn die trockene Wärme begünstigt ihren Eintritt in auffallendem Grad. Die Hemmung tritt erst dann ein, wenn eine gewisse Menge Wasser verloren gegangen ist. Auch ist es zu der Zeit nicht etwa die blosse Erschöpfung der Muskelkräfte, welche in den späteren Stadien der Wärmewirkung den Fortgang der Zuckungen hemmt; denn die XII. Reihe zeigt deutlich, dass man dem Nerv nur wieder etwas Wasser zu geben braucht, um den anfänglichen, begünstigenden Einfluss der höheren Temperatur wieder hervortreten zu lassen. Die entgegengesetzten Wirkungen der trocknen Wärme auf den verschiedenen Stadien des Versuches rühren somit unbedingt und allein von dem momentan herrschenden Wassergehalt her, und Eintritt wie Aufhören der Zuckungen ist von den begleitenden Umständen abhängig.

Unabhängig von der Temperatur sind gewisse Substanzen, wie z. B. der Ammoniakdampf, fähig sofort die Möglichkeit der Zuckungen abzuschneiden; und es geschieht dies, wie oben gezeigt wurde, durch Vernichtung der Nervenerregbarkeit. Vom Dampf des Schwefeläthers weiss man, dass er temporär diese Erregbarkeit aufzuheben vermag; dieselbe kehrt aber nach einiger Zeit wieder, wenn der Aether entfernt ist. Lässt man nun Muskeln durch das Austrocknen ihrer Nerven in heftige Zuckungen gerathen, und setzt dann den Nerv in Aetherdampf, so werden sie sehr schnell, in einigen Sekunden, sistirt. Bringt man hierauf den Nerv wieder in die reine Zimmerluft, so stellen sich dieselben nach einigen Minuten wieder ein, sind aber äusserst schwach.

Als Factoren für das Zustandekommen der Muskelkrämpfe bei der Vertrocknung ihrer Nerven sind demnach zu betrachten: ein bestimmtes Maass der Beweglichkeit oder Erregbarkeit der Nervenmoleküle, welche sich bis zu einer gewissen Grenze mit dem Mangel an Wasser steigert, an sich aber schon bei den einzelnen Thieren unmittelbar nach der Präparation Verschiedenheiten zeigt. Von diesen Nebenumständen hängen die Differenzen der Erfolge ab, welche bei nicht sehr beschleunigter Wasserentziehung in Beziehung auf Eintreten der Zuckungen oder gänzliches Ausbleiben beobachtet werden, und bei beschleunigter Wasserentziehung in Beziehung auf die Geschwindigkeit, mit welcher die Krämpfe sich einstellen. Das zweite Moment ist die Temperatur und sonstige äussere Einflüsse, deren Werth für Ausbleiben oder Auftreten der Zuckungen bekannt ist. Der dritte Factor ist die Grösse des mechanischen Impulses, welcher den wirksamen Nervenmolekülen durch den Austritt des Wassers ertheilt wird, und deren Wirkung durch äussere mechanische Erschütterungen oder galvanische Reizung gesteigert werden kann.

Was schliesslich noch den Beweis betrifft, dass die Erregbarkeit der Nerven bei ihrer Vertrocknung anfänglich sehr gesteigert wird, so müsste ich zu weit ausholen, wenn ich hier die Methode dies direkt zu prüfen ausführlich darlegen wollte, und muss mich begnügen auf meine Abhandlungen in den Denkschriften der bayr. Akademie, Bd. XXXI, und die Münchner Gelehrten Anzeigen zu verweisen; erwähne hier nur kurz, dass bei der Verkleinerung des Querschnittes der specifische Leitungswiderstand der Nervensubstanz gleichzeitig sehr wächst, in Folge dessen die Stromdichte, eine Function dieser beiden Grössen, keineswegs in dem Maass zunimmt, als man dies der Verkleinerung des Querschnittes allein nach

voraussetzen möchte. Wollte man aber annehmen, dass der galvanische Reiz bei Vermehrung des specifischen Leitungswiderstandes der äusseren Theile, also des Mantels des Nervencylinders, in höherem Grade die centralen Theile des Nerv afficire, so wäre das so viel, als wenn man voraussetzen wollte, man erhielte eine grössere Stromdichte, bei Benetzung irgend eines leitenden Körpers durch eine schlechter leitende Schicht, um deren Grösse man den inneren Körper verdünnt hätte, während sich die Applicationsstelle der Elektroden am schlechter leitenden Mantel befindet.

Entwickelt man die am angeführten Ort[1]) bezeichnete Formel für die Maassbestimmung der Reizbarkeit, nachdem man alle ihre einzelnen Factoren experimentell festgestellt hat, so sieht man, dass der Widerstand, welchen man in die Kette einzuschalten hat, um den Eintritt der Zuckungen zu verhüten, enorm vergrössert werden muss, selbst wenn alle Correcturen vorgenommen worden sind, welche die Veränderung der Stromdichte während der Vertrocknung nothwendig macht.

Ich will mich von dem Gebiet der experimentellen Methode nicht entfernen, und überlasse es den Praktikern, ihre Erfahrungen über den Einfluss der Wärme und Kälte, der bewegten und ruhigen Luft auf die Endigungen der Hautnerven, des Ammoniakdampfes in hysterischen Krämpfen, über hyperästhetische Zustände, über die Krämpfe in der Cholera und bei anderen profusen Ausscheidungen mit dem eben vorgeführten experimentellen Beobachtungsmaterial zu vergleichen und selbst zu prüfen, was man dadurch für die Erklärung der pathologischen Erscheinungen gewinnen kann und wie weit die Identität der Processe reicht, um die Ergebnisse der Experimente mit den pathologischen Erfahrungen in Einklang zu bringen.

Wer die Schwierigkeiten kennen gelernt hat, welche sich der Lösung einer Frage über die Function auch nur eines Organbestandtheiles darbieten, wird je mehr und mehr zurückgeschreckt, den gesetzlichen Zusammenhang der Erscheinungen bei complicirteren Processen aufdecken zu wollen, in welche der Gesammtorganismus mit seinen vielen unbekannten und variablen Grössen eingeflochten ist.

---

[1]) Münchner Gelehrte Anzeigen 27. Dec. 1858, Nr. 72, pg. 582.

Ueber die Gelenkverbindung zwischen Schulterkamm und Acromion.

Von

Dr. H. Ruge in Göttingen.

(Hierzu Taf. VI.)

Ein 33jähriger Kranker, der sich in der chirurg. Klinik des Herrn Prof. Baum mit einem Geschwür an der Schulter vorstellte, das mit der weichen, den Schulterkamm und dessen Epiphyse verbindenden Substanz zu communiciren schien, gab Anlass zu einer nähern Untersuchung der anomalen Gelenkverbindung zwischen den genannten Knochentheilen, deren R. Wagner[1]), Cruveilhier[2]), Hyrtl[3]), Henle[4]) gedenken. Ich fand eine solche Verbindung in der Leiche einer alten, an Carcinoma uteri verstorbenen Frau. Durch die Güte des Hrn. Prof. Henle standen mir 3 in der hiesigen anatomischen Sammlung feucht aufbewahrte Präparate zu Gebote.

Erster Fall. (Fig. 1). Das Acromion ist durch eine Synchondrose vom Schulterkamm getrennt, in der Art, dass der isolirte Theil, den ich Os acromiale nennen will, fast ein gleichschenkliches Dreieck darstellt, dessen abgerundete Schenkel in der abgerundeten Spitze, d. h. in dem am weitesten lateral gelegenen Puncte des Acromion zusammenstossen. Dabei werden etwa $^3/_4$ von der Cavitas glenoidalis acromii vom Os acromiale gebildet, während das letzte Viertel der Basis acromii angehört. Die verbindende Substanz hat die

---

1) Sömmerring, Knochen- u. Bänderl. p. 157.

2) Traité d'anat. descript. T. I. p. 242.

3) Spec. Anat. p. 258.

4) Knochenlehre. p. 213.

Dicke von ungefähr $^1/_2$ Mm., ist ununterbrochen, besteht aus Faserknorpel von lamellösem Bau, dessen Fasern im Allgemeinen parallel den sich berührenden Knochenenden verlaufen, und enthält zahlreiche Knorpelzellen, deren Anordnung nichts Bemerkenswerthes darbietet. Die Verbindung ist demnach als eine Synchondrose zu bezeichnen. Eine Beweglichkeit des Os acromiale zur Scapula konnte zu Lebzeiten wohl nicht bestanden haben.

Zweiter Fall. (Fig. 2). Das Os acromiale bildet auf horizontalem Durchschnitt etwa ein unregelmässiges Viereck. Es grenzt an das übrige Acromion in einer sehr rauhen und unebenen Fläche, welche von oben nach unten und nach den Seiten hin ausgehöhlt ist, während die Knochenfläche des übrigen Acromion in eben dem Sinne gewölbt ist. Die Verbindung erstreckt sich nach innen bis in die Gegend des inneren Winkels, welchen das Acromion mit der Clavicula bildet, aber so, dass die Facies articularis acromii nur vom Os acromiale gebildet wird. Die verbindende Substanz ist Faserknorpel, dessen Continuität in der Mittelschichte durch eine Spalte unterbrochen ist. Die Dicke des faserknorpligen Ueberzugs beträgt an beiden Knochen ungefähr $^1/_4$ Mm. Es finden sich ungefähr $^1/_{10}$ Mm. lange Synovial-Zotten, die breit und kegelförmig sind, und an denen keine Theilung wahrzunehmen ist. Die Knorpelzellen sind an der Oberfläche abgeplattet und parallel derselben gelagert; weiter von der Oberfläche entfernt mehr rund und oval, senkrecht und schief mit ihrem längsten Durchmesser gegen die Oberfläche gerichtet, in der Nähe des Verknöcherungsrandes sehr zahlreich. Die Zwischensubstanz sieht parallel streifig aus, ist ebenfalls von lamellösem Bau, da die Faserung auf Schnitten, welche in allen Richtungen senkrecht auf die Knochen-Oberfläche durch den Knorpel geführt werden, gleichmässig hervortritt. Zusatz von Essigsäure bewirkt nur sehr geringe Veränderung des Objectes. Dass die Verknöcherung im Os acromiale unregelmässig und schlecht erfolgt ist, tritt auf den ersten Blick hervor.

Dritter Fall. (Fig. 3). Das Os acromiale hat, ähnlich wie im ersten Fall, die Form eines gleichschenklichen Dreiecks mit abgerundeten Schenkeln. Die Basis desselben grenzt an das übrige Acromion. Die Spitze des einen Winkels an der Basis sieht ebenfalls nach dem innern Umfang des Acromio-clavicular-Gelenkes hin, so dass auch hier die Facies articularis acr. nur vom Os acromiale gebildet wird. Die Flächen, welche die Basis acromii und das Os acromiale

einander zuwenden, sind wahre Gelenkflächen; ihre Ueberzüge bestehen gleichfalls aus Faserknorpel, mit theils platten, theils ovalen Knorpelzellen. Auch hier finden sich schöne Synovial-Zotten. Die Kapsel hat die Dicke von gewöhnlichem Periost, ist straff über die Gelenkenden ausgespannt.

Vierter Fall. Hier finden sich 2 Ossa acromialia, von denen das eine, weit grössere den vorderen Theil und die vordere seitliche Ecke des Acromion, das andere, mehr ovale, die hintere seitliche Ecke des Acromion bildet und theilweise mit dem Os acrom. I, theilweise mit der Basis acromii in Verbindung steht. Die Verbindung des Os acromiale I. mit der Basis des Acromion gleicht der bei 3. angeführten. Die Gelenkflächen sind nicht so uneben, die Ueberzüge sind ebenfalls faserknorplig. Hier finden sich die stärksten Synovial-Fortsätze. Die Kapsel ist straff über das Gelenk hingespannt, hat gleichfalls die Dicke von gewöhnlichem Periost. Die Verbindung des Os acrom. II. mit dem Os acrom. I. und der Basis des Acromion geschieht durch eine breite bindegewebige Substanz, die sich auf Zusatz von Essigsäure aufhellt und gallertartig wird.

Ausser den beschriebenen 4 Präparaten hatte ich noch Gelegenheit, dieselbe Abnormität an 3 Schulterblättern zu beobachten, bei deren Präparation die verbindende Substanz nicht erhalten war.

Bei dem oben erwähnten Kranken fiel gleich bei der ersten Untersuchung die sehr starke Prominenz des Acromion auf beiden Seiten auf, so dass hier anfänglich eine Ossification der Insertions-Zacken des Deltoides vorzuliegen schien. Bei näherer Untersuchung erkannte man die der beschriebenen analoge Abnormität. Das sehr grosse Acromion zeigt am lateralen Rande eine Einkerbung, die links breiter und tiefer ist, als rechts, und vom inneren Winkel dieser Einkerbung aus fühlt man eine etwas rauhe Erhabenheit sich bis zum inneren Umfang des Acromio-clavicular-Gelenkes hin erstrecken. Bei zweckmässigen Bewegungen der Schulter, namentlich beim Aufschieben des unteren Schulterblatt-Winkels nach oben und zu den Seiten lässt sich eine geringe Beweglichkeit der vorderen Ecke des Acromion mit der Basis herausfühlen. Auch hier scheint auf beiden Seiten an der Bildung des Acromio-clavicular-Gelenkes nur dieser accessorische Knochen Theil zu haben. Ob auf der rechten Seite nur Ein Os acromiale, oder ob ähnlich wie im 4. Falle, deren zwei bestehen, lässt sich nicht mit völliger Bestimmtheit herausstellen; letzteres ist das wahrscheinlichere. Das Geschwür der linken Schulter befand sich ge-

rade auf der Verbindung des Os acromiale mit dem übrigen Acromion. Es möchte schwer zu entscheiden sein, ob die starke Prominenz und unregelmässige Form des Acromion und in Folge davon die stärkere Friction der Haut dazu beigetragen haben, dass dieses übrigens aus dyskrasischer Ursache entstandene Geschwür sich gerade an dieser Stelle localisirte.

Was nun die Ursache jener Abnormität betrifft, so ist sie ohne Zweifel in einer Bildungshemmung begründet, einer nicht erfolgten Verschmelzung der Ossificationspunkte des Acromion mit der von dem primären Ossificationspunkte des Körpers der Scapula durch die Spina gebildeten Basis acromii. Die zur nachträglichen Verknöcherung bestimmte Zwischensubstanz ist im ersten der beschriebenen Fälle einer Zerfaserung anheimgefallen; in den übrigen hat die Unterbrechung der Continuität der verbindenden Substanz zur Bildung einer, der Synchondrose freilich sehr nahe stehenden Amphiarthrose Anlass gegeben.

Erwähnt sei noch, dass in unsern, wie in den von Cruveilhier beobachteten Fällen, so oft beide Schultern verglichen werden konnten, die Abnormität auf beiden Seiten bestand.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1.

1 Acromiales Ende der Clavicula.
2 Os acromiale.
3 Basis des Acromion.

Fig. 2.

1 Clavicula.
2 Os acromiale.
3 Basis des Acromion.

Fig. 3.

1 Clavicula.
2 Os acromiale.
3 Basis des Acromion.
4 Ligamentum acromio-coracoideum.

Fig. 4.

1 Clavicula.
2 Os acromiale I.
3 Os acromiale II.
4 Basis des Acromion.
5 Ligamentum acromio-coracoideum.
6 Processus coracoideus.

Fig. 4 *A*. Basis des Acromion und Os accessorium I. auf dem Durchschnitt.
α Basis des Acromion.
β Os acromiale I.

Fig. 4 *B*. Os access. I. und ein Theil des Os access. II. auf dem Durchschnitt.
α Os acromiale I.
β Os acromiale II.

Fig. 4 *C*. Os acromiale II. und ein Theil der Basis des Acromion auf dem Durchschnitt.
α Os acromiale II.
β Basis des Acromion.

Die Aufhängung des Armes in der Schulter durch den Luftdruck.

Von

Dr. W. Henke.

Nachdem es durch die bekannten Weber'schen Versuche festgestellt war, dass das Bein, wenn es vom Becken frei herabhängt, durch den Luftdruck in der Pfanne des Hüftgelenks festgehalten wird, lag es nahe, dasselbe Verhältniss auch für die Aufhängung des Armes in der Schulter anzunehmen, da es von vorn herein nicht wahrscheinlich ist, dass die Muskeln, die das Gelenk umgeben, beständig in so beträchtlicher Spannung sein sollen, als nöthig wäre, um das Gewicht des Armes zu überwinden, da keine dritte Ursache gefunden werden kann, weshalb der Arm nie unter normalen Verhältnissen aus dem Gelenk herabfällt, und da auch hier der Gelenkkopf der Aushöhlung, in die er aufgenommen ist, so anliegt, dass wenn der Arm fiele, ein leerer Raum zwischen ihnen entstehen müsste. Gegen diese Uebertragung des aus den Weber'schen Versuchen für die Hüfte gewonnenen Resultates auf die Schulter hat Baum die klinische Beobachtung geltend gemacht, dass bei Paralyse der Schultermuskeln der Arm herabsinkt, und in Folge dessen hat auch Ludwig in seinem Lehrbuche die Ansicht ausgesprochen, dass für die Schulter die Wirkung des Luftdrucks auf Zusammenhaltung der Berührungsflächen nicht ausreichend sei, um das Gewicht der Extremität ganz zu aequilibriren. Um dies auch theoretisch zu erklären bemerkt derselbe, dass die Richtung des auf die Gelenkfläche wirkenden Druckes zu schief gegen die der Schwere sei, um sie gehörig aequilibriren zu können (doch müsste ja auch das Herabgleiten über den unteren Pfannenrand zunächst etwas lateralwärts gerichtet beginnen). Ferner hat man überhaupt die Ausdehnung der Gelenkfläche wohl nicht mit Unrecht für zu klein gehalten, um der betreffenden Drucksäule einen hinreichend grossen Querschnitt für die geforderte Leistung zu geben.

Diese Erklärung für die Annahme, dass der Luftdruck allein das Gewicht des Armes nicht unterstützen könne, ist aber nicht stichhaltig, wenn man bedenkt, dass ausser der eigentlichen Gelenkfläche des Schulterblattes auch noch das Acromion, der Processus coracoideus und das zwischen denselben ausgespannte Band dem Gelenkkopfe so anliegen, dass ein luftleerer Raum zwischen ihnen entstehen müsste, wenn der Arm herabfiele.

Es bleibt daher nur die Frage, ob die von Baum geltend gemachte pathologische Erfahrung wirklich beweist, dass unter normalen Verhältnissen die Muskeln einen Theil der Last des Armes tragen müssen. Genau genommen geht aus dem beobachteten Factum nur hervor, dass der normale Spannungszustand der Muskeln conditio sine qua non der Aufhängung des Armes ist. Dies ist aber mit dem daraus geschlossenen Satze noch nicht identisch. Denn man kann sich sehr wohl denken, dass der Spannungszustand der das Gelenk umgebenden Muskeln nur insofern zur Erhaltung der festen Aufhängung des Armes nothwendig ist, dass sie eine zu der dieselbe bedingenden Wirkung des Luftdruks nothwendige Vorbedingung sichern. Eine solche ist die Unmöglichkeit, dass ein leicht verschiebbarer und auch in seiner Form leicht veränderlicher Weichtheil sich, wenn die Berührungsflächen von einander entfernt werden, sofort zwischen dieselben schieben kann um den sich öffnenden leeren Raum auszufüllen, da nur, wenn durch die Trennnng der Contiguität des Gelenks ein absolut leerer Raum entstehn müsste, der Luftdruck diese Trennung hindern kann. Diese Vorbedingung ist an der Hüfte bekanntlich dadurch sicher gestellt, dass das labrum cartilagineum der Pfanne dem Halse des Gelenkkopfes fest anschliesst und so das Eintreten von Flüssigkeit oder leicht verschiebbaren Weichtheilen zwischen Kopf und Pfanne unmöglich macht. Eine solche Vorrichtung ist an der Schulter nicht gegeben; aber sie kann dadurch ersetzt werden, dass die von allen Seiten über die Gelenkkapsel hingespannten Muskeln durch ihre Spannung die Einstülpung der Kapsel in den leeren Raum, der beim Fallen des Armes entstehn müsste verhindern, da sie dieser Einstülpung folgen müssten (sowie auch der Deltoideus sich zwischen Kapsel und Acromion einknicken müsste), einer solchen Einknickung aber widerstehen. Dieser Widerstand, mit dem sie als Ventile zur Herstellung des luftleeren Raums wirken, dessen Oeffnung dann der Luftdruck hindert, wäre natürlich nicht identisch mit einer activen Betheiligung ihrer Spannung an einer Kraftentwickelung, die das Gewicht des Armes beständig äquilibriren

müsste. Denn sie widerstehen ja, wenn sich die Sache so verhält, nicht einer Quote der Last, sondern nur dem Luftdruck, der, wenn die Last herabfiele, die Kapsel in den leeren Raum hinein einzustülpen streben würde. Da aber dieser leere Raum von vorn herein noch nicht existirt, sondern die Berührungsflächen auf einander schliessen, so wäre die Basis für den angreifenden Luftdruck nahezu gleich Null zu setzen und also die Leistung der Muskeln eine verschwindend kleine, so lange nicht irgend ein Zufall die Berührungsflächen schon etwas von einander entfernt hat. In dieser Auffassung der Sache habe ich mich bereits bei meiner Promotion für berechtigt gehalten, trotz der Baum'schen Beobachtung das Gesetz des Schliessens der Gelenke durch den Luftdruck in einer These wieder allgemein auszusprechen. Ich glaube diese Auffassung jetzt durch einige sehr einfache Versuche belegen zu können, welche sich mir bei der Präparation des Gelenks halb zufällig ergeben haben.

Wenn man an der Leiche den M. deltoideus abgeschnitten hat, der, wenn der Arm durch Muskeln getragen werden sollte, jedenfalls der wichtigste wäre, so kann man noch die Festigkeit der Aufhängung des Armes beliebig herstellen oder aufheben, indem man die Muskeln, die von der Hinterfläche des Schulterblattes herkommend die Hinterfläche der Kapsel decken, einmal so lagert, dass sie noch durch passive Spannung verhindert werden sich mit der von ihnen bedeckten Kapselwand in die Spalte zwischen dem Gelenkkopf und der Pfanne einzustülpen, das andere Mal so, dass sie hinreichend erschlafft sind um eine Einknickung zu erleiden, wie sie bei normalem Spannungszustande im Leben nicht geschehen könnte. Rotirt man nämlich den herabhängenden Arm stark mit seiner lateralen Fläche vorwärts, so wird er, da die Muskeln, die dies im Leben würden hindern können, nun noch im Tode passiv zu stark gespannt sind um sich beträchtlich knicken zu können, noch so fest in seiner Pfanne angedrückt erhalten, dass man ihn nicht nur loslassen kann, ohne dass er fällt, sondern auch ein nicht unbeträchtlicher Zug ihn nicht für einen Augenblick von der Pfanne entfernt. Rotirt man aber im entgegengesetzten Sinne, so fällt er zwar nur immer auf der Stelle, da ja, wie schon oben angedeutet, der einstülpende Luftdruck von vorn herein nur einen verschwindend kleinen Querschnitt hat; aber es genügt nun eine kleine Veranlassung, etwa ein kleiner Ruck am Arme oder besonders leicht ein kleiner Druck des Fingers auf die Stelle, wo die erschlafften Muskeln über die Berührungsfläche des Kopfes und der Pfanne hinliegen,

um mit einer tief zwischen dieselben eindringenden Einstülpung der genannten Muskeln das Herabsinken des Armes um mehr als einen Zoll zu Stande kommen zu lassen, wie man es auch bei Paralyse beobachtet hat. Dreht man dann den Arm wieder mit der Lateralfläche vorwärts, so ziehen sich die Muskeln, indem sie gespannt werden mit der Kapselwand, welche sie decken, aus dem zwischen den Knochen geöffneten Raume heraus der Arm fährt wieder aufwärts in die Gelenkgrube und sitzt dann wieder fest. Bei dieser Art der Reposition (die vielleicht zuweilen auch bei Luxationen mit mässiger Dislocation gelingen würde) wirkt freilich die Spannung der Muskeln zum Theil auch direct den Kopf über den Rand der Fossa glenoides wieder fester gegen diese andrückend und es gelingt daher diese Zurückführung in die normale Lage durch einfache Rotation zuweilen noch, wenn schon von oben ein Loch in die Kapsel geschnitten ist. Sowie man aber dann den Arm wieder los lässt, fällt er sofort wieder herab, indem die Luft von oben eindringt und die Spannung jener Muskeln nur beim Uebertreten des Gelenkkopfes über den Rand der Grube eine kleine gleichzeitige Rotation der Lateralfläche nach hinten bedingt. Dass es aber nicht diese directe Wirkung der gespannten Muskeln ist, deren Beihülfe bei der Fixirung unter normalen Verhältnissen, wie sie in dem zuerst beschriebenen Versuche hergestellt sind, erforderlich ist, geht daraus hervor, dass, wie schon erwähnt, wenn man dieselben erschlafft hat, auch nicht unbedingt sogleich das Herabfallen eintritt, sondern noch eine Veranlassung dazu nöthig ist, welche den Beginn der Einstülpung zwischen die Knochenflächen einleitet; sowie es auch klar ist, dass die gesicherte Aufhängung in dem ersten Versuche nicht nur mit dem Hinzukommen eines so geringfügigen Momentes zu der auf der Basis einer in so grosser Ausdehnung von ihr ausgeschlossenen Fläche ruhenden Luftdruckswirkung gegeben ist, weil man, wie gesagt, dann noch beträchtlich am Arme abwärts ziehen kann.

Ebenso nun, wie an der Hinterfläche durch die hinteren Rotatoren, muss von allen Seiten die Einstülpung der Kapsel bei herabhängendem Arme durch die Spannung der sie bedeckenden Muskeln verhindert werden und abgesehen von der Hinterseite gelingt es auch an der Leiche, nicht sie so zu lagern, dass sie sich mit einstülpen. Denn vorn sind die vom Processus coracoideus entspringenden Sehnen auch im Tode noch zu straff, ebenso unten der Triceps (um zu zeigen, dass nicht etwa ihre Spannung durch directes Halten mitwirken muss um die Fixirung des Gelenks bei dem zuerst be-

schriebenen Versuche zu sichern, da sie ja auch dem Fallen des Gelenkkopfes bei eingeleiteter Einstülpung oder Oeffnung der Kapsel gar keinen Widerstand entgegensetzen, kann man sie vor dem Versuche weiter unten durchschneiden, was im Erfolge nichts ändert). In der Spalte endlich, unmittelbar unter dem freien Rande des Acromion ist die Kapsel bei herabhängendem Arme von selbst gespannt und ausserdem durch den Supraspinatus und Deltoideus gedeckt. Man sieht sie sich gewaltsam hineintreiben, wenn man bei vorwärts rotirtem Arme mit grosser Kraft den Gelenkkopf ein wenig herabzieht, was natürlich sowie man loslässt, wieder aufhört. Dies ist auch dann sehr gut zu sehen, wenn man die obigen Versuche bei ganz unversehrtem Arme macht. Sie verhalten sich dabei ganz eben so, nur dass man die Einstülpung nicht so deutlich sieht, mit der die über die Hinterfläche der Kapsel hingespannten Muskeln derselben folgen müssen und, wenn sie gespannt sind, nicht können. Man sollte denken, dass auch nach Entfernung dieser Muskeln noch mit Anspannung der Kapsel selbst durch entsprechende Rotation der Schluss des Gelenks wie in den obigen Versuchen müsste gesichert werden können. Dies ist mir nicht gelungen und konnte auch nicht wohl gelingen, da die schlaffe Kapsel immer noch der beginnenden Einstülpung nicht widersteht, da auch dann der Raum zwischen dem Acromion und dem Gelenkkopf der Luft frei geöffnet sich beliebig vergrössern kann, was, so lange die Fascie der hinteren Muskeln an der Spina festsitzt, auch nur mit Einknickung des Infraspinatus möglich sein würde. Man kann also auch den ersten Grundversuch nicht so vereinfachen, dass man ringsherum die Muskeln entfernte, und dann die Kapsel noch am Einschlüpfen hindern. Im Leben aber wird sie ja auch von der Bedeckung durch die über sie hingespannten Muskeln nur bei erhobenem Arme stellenweise entblösst, indem dann die untere Fläche nur vom Ursprung des langen Kopfes des Triceps in der Mitte und von den Sehnen des Latissimus dorsi und Teres major bei Rotation der Lateralfläche nach vorn hinter, bei entgegengesetzter Rotation vor jenem gestützt wird [1]). Dann ist sie aber schon von

[1]) Dies Verhältniss ist auch von Belang für den Mechanismus der Schulterluxationen. Denn die meisten entstehen wahrscheinlich zunächst in der Weise, wie es schon Ch. Bell (System of Surgery 1814 Vol. II. p. 274.) durch eine schematische Figur erläutert hat, indem der erhobene Arm sich gegen das Acromion anstemmt und so der Kopf die entblösste Kapsel durchbrechend nach unten von seiner Pfanne abgehebelt wird. Er würde dann bei gleichzeitiger Rotation nach vorn vor, nach hinten hinter Triceps und Scapula dislocirt werden.

selbst gespannt und ausserdem sind dann die Verhältnisse ganz andere. Der Arm hängt nicht sondern ist entweder unterstützt oder wird von einer kräftigen Muskelwirkung emporgehalten, von der dann natürlich eine grosse Componente die Gelenkflächen gegen einander drückt. Dass eine solche immer resultirt, wenn die Muskeln auf die Schulter wirken, will ich selbstverständlich überhaupt nicht läugnen. Sie wird nöthig zur Fixirung der Schulter, wenn eine bedeutende Last an dem herabhängenden Arme getragen wird. So lange dies aber nicht der Fall ist und die Wirkung des Luftdrucks ausreicht um die Last des Armes zu aequilibriren, giebt die Muskelwirkung einen Ueberschuss, der sich als Druck zwischen den Gelenkflächen äussert, wie ein solcher wohl in allen Gelenken wirksam und, was man bisher noch wenig gewürdigt hat, für deren Nutrition sehr wichtig sein muss.

So glaube ich nicht nur die Vereinbarkeit der Ergebnisse der Baum'schen Beobachtung mit der Annahme von der Aequilibrirung auch des Armes durch den Luftdruck ermöglicht sondern auch positiv die letztere bewiesen zu haben. Denn nach den angegebenen Beobachtungen an der Leiche ist leicht einzusehen, wie, wenn die Muskeln, welche namentlich die hintere Kapselwand decken, ihren natürlichen Spannungszustand verloren haben, der luftdichte Schluss der Gelenkflächen durch Zwischentreten von Weichtheilen durch eine geringfügige Veranlassung für immer aufgehoben werden kann. Es erklärt sich auch wie zuweilen auch ohne nachweisbare Paralysen von einer Luxation, die eine Zeit lang bestanden hat, eine anhaltende Disposition zu wiederholtem Herausfallen des Kopfes aus der Pfanne zurückbleiben kann. Denn, wenn einmal ein Theil der Kapsel und ihrer Bedeckungen sich so verzogen hat, dass er den im Gelenk entstandenen leeren Raum ausfüllen konnte, so wird er immer wieder leicht hineinschlüpfen können, wenn eine Veranlassung das Aufklaffen einleitet. So lange aber die Lagerung und Spannung der Muskeln um die Gelenkkapsel her die normale ist, werden sie die Möglichkeit der Fixirung des Gelenks durch den Luftdruck sichern ohne selbst einen Theil der zur Aequilibrirung der Last des Armes nöthigen Kraft entwickeln zu müssen, indem sie nur eine Leistung übernehmen, die unter Umständen auch, wie z. B. an der Hüfte, ein elastischer Ring erfüllen kann, eine Ventilwirkung.

Ueber die sogenannten Wrisberg'schen Knorpel und über ein neues Knorpelpaar des menschlichen Kehlkopfes.

Von

Prof. **H. Luschka** in Tübingen.

(Hierzu Taf. VII.)

Die Knorpel, welche das Gerüste des menschlichen Kehlkopfes darstellen, werden von den Anatomen der Gegenwart nicht übereinstimmend geschildert. Ganz besonders fällt es auf, dass der hervorragendste unter den französischen Zergliederern, J. Cruveilhier[1]), nur fünf Kehlkopfsknorpel annimmt. Die Cartilagines Santorinianae werden nämlich von ihm als integrirende Theile der Giessbeckenknorpel betrachtet, obgleich sie in der Regel mit deren abgestutzter Spitze articuliren, und obschon sie aus einer anderartigen Masse, nicht aus hyalinem, wie diese, sondern aus Netz-Knorpel gebildet sind. Von den Wrisberg'schen Knorpeln aber wird mit allem Nachdrucke behauptet[2]): ces noyaux cartilagineux n'existent pas chez l'homme.“ Cruveilhier ist zu dieser unbegründeten Meinung ohne Zweifel durch Malgaigne[3]) geführt worden, welcher sonderbarer Weise glaubt, man habe allgemein die Glandulae arytaenoideae laterales unter dem Namen der Cartilagines Wrisbergii beschrieben. Dass übrigens die letzteren Knorpel sich der selbstständigen Beobachtung Cruveilhier's nicht gänzlich entzogen haben, mag aus folgender[4]) Angabe desselben entnommen werden: „Il n'est pas rare de trouver quelques grains cartilagineux anormaux avoisinant le cartilage aryténoïde. J'ai trouvé sur un crieur

---

[1]) Traité d'anatomie descriptive. Trois. éd. Paris 1852. III. pag. 508.
[2]) a. a. III. pag. 508.
[3]) Archives géneraless de Médecine. Tom. XXV. pag. 214.
[4]) a. a. O. p. 512.

public, mort de phthisie pulmonaire, un cartilage oblong, situé dans l'epaisseur de la portion verticale de la glande aryténoide, dont il occupait toute la longueur. Ce cartilage n'etait pas lisse à sa surface, il était intimement uni aux grains glanduleux qui l'entouraient; ce cartilage aryténoïde surnuméraire existait des deux côtés: il était probablement congénial."

Es darf in der Geschichte des vorliegenden Gegenstandes nicht unerwähnt bleiben, dass die fraglichen Knorpel schon beobachtet worden waren, ehe Wrisberg in weiterem Kreise auf ihr Vorkommen aufmerksam machte. J. B. Morgagni[1]) ist der eigentliche Entdecker derselben, wie dies aus der nachstehenden Erörterung über die Gland. aryt. lat. unzweideutig hervorgeht: „Ne glandula nimis intro protuberet, spiritumque intercipiat, quaedam columella videtur exstructa, interdum e cartilagineis fragmentis, alias e folliculosa ejusdem glandulae substantia." Nach Wrisberg's[2]) Schilderung sitzen diese Knorpel auf beiden Seiten mitten zwischen dem Kehldeckel und Giesskannenknorpel über dem oberen Bande der Stimmritze, sind aber doch den giesskannenförmigen Knorpeln näher. Sie machen eine rundliche, drei Linien lange Masse, von der Dicke einer Rabenfeder, die unmittelbar unter der innern Haut des Kehlkopfes liegt.

Die Cartilagines Wrisbergii s. cuneiformes sind nach fremden und eigenen Erfahrungen im menschlichen Kehlkopfe keine ganz constanten Bildungen. Doch kommen sie bei sehr vielen Menschen bald mehr, bald weniger deutlich ausgebildet vor. Sie bestehen aus einem ziemlich weichen, bald gelblich, bald, durch Imbibition, röthlich gefärbten Netzknorpel. Ihre Gestalt ist insofern einigermaassen wechselnd, als sie bald mehr gleichartig cylindrisch und mit abgerundeten Enden versehen, bald mehr keilähnlich geformt sind. Im letzteren Falle ist das dickere Ende stets dem freien Rande des Lig. ary-epiglotticum, das verjüngte der Basis des Giessbeckenknorpels zugekehrt. Bisweilen besteht der Knorpel aus mehreren, lose untereinander zusammenhängenden Stückchen von verschiedener Grösse. Die durchschnittliche Länge dieser Knorpel beträgt 8 Millim.; die grösste Breite wechselt zwischen $1^1/_2$ und 3 Millimeter.

Der Wrisberg'sche Knorpel hat jederseits seine Lage

---

[1]) Adversaria, I. 2.

[2]) Albr. von Haller, Grundriss der Physiologie, herausgegeben und mit Zusätzen versehen von Wrisberg. Uebersetzung der vierten Ausgabe von J. Fr. Meckel. Berlin 1788. S. 212.

zwischen den zwei Blättern der Plica aryepiglottica und ist hier umgeben von den Gl. aryt. laterales. Diese aber sind in zwei, zu der Gestalt eines L zusammenfliessenden Reihen gruppirt, dessen längerem Schenkel entsprechend der Knorpel vertical gestellt ist. An seiner inneren, der Höhle des Kehlkopfes zugekehrten Seite ist er von Drüsen weniger umlagert, und tritt nicht selten säulenartig oder wulstförmig über das Niveau der nachbarlichen Schleimhaut hinaus, eine Anordnung, die mitunter aber auch durch die vertical gestellte Drüsengruppe allein, bei völligem Mangel des Wrisberg'schen Knorpels, bedingt wird. Sein oberes Ende befindet sich 8—9 Millim. vor der Spitze des Santorinischen Knorpels und wird bei vollkommener Ausbildung durch einen rundlichen Vorsprung am freien Rande der Plica ary-epiglottica bezeichnet. Es lässt sich leicht einsehen, dass die Wrisberg'schen Knorpel theils die Aufgabe haben diese Schleimhautfalte zu stützen, theils dazu bestimmt sind ein Gerüste zu bilden für die Anlagerung jener Drüschen.

Wesentlich verschieden von der Lage, Grösse und Bedeutung der Cartilagines Wrisbergii sind zwei andere Knorpelchen, welche der bisherigen Beobachtung vollkommen entgangen sind. Sie kommen aber auch in der That nicht regelmässig vor, doch werden sie nicht viel seltner vermisst als die vorigen. Sie sind vergleichbar mit den Cartilagines sesamoideae, welche J. Brandt[1]) im Kehlkopfe mancher Thiere gefunden hat.

Beim Menschen fand ich in allen Fällen ihres Vorkommens solche Sesamknorpel, nicht minder als bei Thieren, in stets sich gleichbleibender, gesetzmässiger Anordnung, so dass man es also nicht mit einer Varietät oder mit einer zufälligen Bildung zu thun hat. Ich habe dieselben nicht allein in Kehlköpfen robuster Personen sowohl des männlichen als weiblichen Geschlechtes, sondern auch bei schwächlichen Individualitäten, jedoch in verschiedenem Grade der Ausbildung angetroffen. Sie sind unabhängig von der Existenz der Wrisberg'schen Knorpel, stehen mit denselben in keinerlei directem Verbande und werden bald zugleich mit ihnen, bald bei gänzlichem Mangel derselben vorgefunden.

Die Cartilagines sesamoideae des menschlichen Kehlkopfes sind länglichrund und von einem höchst geringfügigen

---

[1]) Observationes anatomicae de mammalium quorundam vocis instrumento. Diss. inaug. Berolini 1816. p. 33.

Umfange. Ihre Länge beträgt beim Erwachsenen durchschnittlich nur 3 Millim., während ihre Breite und Dicke nach vollkommener Isolirung einen Millimeter nicht übersteigt. Sie bestehen aus einem Netzknorpel, in welchem grosse, helle, kernhaltige Zellen über die feinfibrilläre Grundsubstanz meist vorwalten, und werden von einem verhältnissmässig sehr dicken Perichondrium überzogen, welches in zwei fast ganz aus elastischen Fasern gebildete zarte Ligamente ausläuft, von welchen das eine in das Perichondrium des Santorinischen, das andere in jenes des Giessbeckenknorpels übergeht.

Ein jeder Sesamknorpel hat seine Lage ganz constant hart am lateralen Rande der Cartilago arytaenoidea, und ist beim erwachsenen Menschen von der Spitze des Santorinischen Knorpels durchschnittlich 6 Millim. entfernt.

Wenn man auch die Bedeutung dieser Knorpelkörner, welche ohne Zweifel zu Gunsten der M. M. aryepiglottici, die über sie hinwegziehen, angebracht sind, schon ihres häufigen Fehlens wegen, nicht hoch anschlagen darf, so verdienen sie gleichwohl schon darum gekannt zu sein, weil es im Bereiche der Möglichkeit liegt, dass von ihrer Substanz ausgehende Wucherungen stattfinden und zu Beeinträchtigungen des Kehlkopfes Veranlassung geben können.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Kehlkopf eines 40jährigen robusten Mannes. Die linke Seitenplatte des Schildknorpels *a* ist zum Theil abgetragen, so dass die Plica ary-epiglottica *b*, von welcher die äussere Schleimhautlamelle nebst Fett und sämmtlichen Drüsen entfernt worden ist, in grossem Umfange freiliegt, so dass die Cartilago Wrisbergii *c* in ihrer Gesammtheit gesehen werden kann. Auf der entgegengesetzten Seite ragt sie von Drüsen noch umgeben als wulstförmiger Vorsprung *d* über die innere Oberfläche der hier noch unversehrten Plica ary-epiglottica hinaus.

Auf dem Ringknorpel *e*, dessen Platte hier mit den zwei oberen hinten unter einander verschmolzenen Luftröhrenringen continuirlich ist, bemerkt man die Giessbeckenknorpel *ff* an deren lateralem Rande ein sehr kleiner Sesamknorpel *gg* angebracht ist.

Fig. 2. Hintere Ansicht der Platte des Ringknorpels *a* vom Kehlkopfe eines 25 Jahre alten Mannes, sowie der Giessbeckenknorpel *bb*. Am lateralen Rande eines jeden derselben befindet sich eine Cartilago sesamoidea *cc*, welche durch ein oberes *d* und durch ein unteres *e* Bändchen befestigt ist.

Beschreibung eines neuen Muskels und mehrerer Muskel- und Knochenvarietäten.

Von

Julius Budge,
Professor in Greifswalde.

Musculus tensor trochleae.

(Hierzu Taf. VIII.)

Bei der Präparation der Augenmuskeln fand ich fast constant von dem M. levator palpebrae superioris eine Muskelportion abgehen, welche sich nach innen wendete, in zwei Sehnen sich theilte, die sich an die Trochlea ansetzten. Ich habe etwa 20 Augenhöhlen sowohl von Erwachsenen, als von Kindern untersucht, um mich zu überzeugen, ob dieser Muskel constant sei. In nur 4 oder 5 Fällen konnte ich keine Spur davon entdecken, in allen übrigen war er hingegen vorhanden, wenn auch sehr verschieden entwickelt. Bei einigen zeigte sich sogar nur ein ganz dünnes feines Fädchen. Bei den meisten ist das erste Dritttheil, selbst nur das erste Viertheil muskulös und wird dann sehnig. Unter dem Mikroskope habe ich einmal in diesem, dem blossen Auge sehnig erscheinenden Theile einzelne Muskelfasern noch eine Strecke weit verfolgen können.

Was den Ansatzpunkt anlangt, so finde ich beinahe constant, dass sich die Muskelsehne in zwei Theile spaltet, welche sich beide an die gleich näher zu beschreibende Fascia superficialis ansetzen, der eine an denjenigen Theil, welcher die Trochlea überzieht.

Zur näheren Erörterung gebe ich eine kurze Darstellung der hier in Betracht kommenden Fascien. Sehr vortheilhaft zum Studium finde ich Vertikalschnitte an Augen, welche in Chromsäure erhärtet sind, zu machen. Natürlich muss sowohl die Periorbita, als auch das Periost über dem Supraorbitalrande mit dem Bulbus bei der Exstirpation in Verbin-

dung bleiben oder die knöcherne Augenhöhle bleibt am Präparate und wird zugleich halbirt.

Die verschiedenen Fascien, welche den Bulbus oculi umgeben, hängen alle mit einander zusammen, so dass man sie gewiss mit Recht als eine gemeinschaftliche betrachten könnte, welche an verschiedenen Stellen sich umschlägt oder spaltet. Indess ist es zur bessern Veranschaulichung geeigneter, sie einzeln zu behandeln. — Ich glaube in dieser Hinsicht am Deutlichsten zu verfahren, wenn ich eine Fascia superficialis, Fascia profunda und Fascia Tenoni unterscheide. — Die letztere, welche ich zuerst beschreibe, auch Capsula fibrosa s. Fascia vaginalis bulbi genannt, ist eine fibröse Haut, welche mit der Bindegewebshülle des Sehnerven beginnt und sich um die Sclerotica anlegt, mit ihr durch lockres Bindegewebe verbunden ist. Ihr vorderer Ansatzpunkt ist das vordere Ende der Sclerotica, wo dieselbe in die Cornea übergeht. An dieser Stelle liegt unmittelbar vor ihr und mit ihr verwachsen die Conjunctiva scleroticae, welche man jedoch bis zu diesem äussersten Ansatzpunkte vollständig von der Kapsel trennen kann. Diese Kapsel hat noch das Eigenthümliche, dass sie ununterbrochen in die Fascien der 6 Augenmuskeln übergeht, so dass man sie wie mit 6 Ausstülpungen versehen betrachten kann, in welchen die Muskeln liegen. An der Ausstülpungsstelle setzt sich meistens die Kapsel mit 2 Zipfeln an die Sclerotica fest. — Eine eigentliche Durchbrechung der Muskeln kann man das Durchtreten derselben demnach kaum nennen. — So wird auch die Sehne und nachher das Fleisch des M. obliquus superior von einer Scheide, die mit der Tenon'schen Kapsel cohärirt, umschlossen.

Die zweite Membran, die Fascia profunda, liegt an der Aussenseite der Tenon'schen Kapsel, erstreckt sich jedoch nicht soweit nach vorn, als diese, sondern fliesst schon im Umfange des vordern Dritttheils der Sclerotica mit der Tenon'schen Kapsel zusammen. Sie hilft die Muskelscheiden nicht nur verstärken, sondern bildet auch namentlich um die des M. obliquus superior eine zweite trennbare Scheide, welche nach innen, d. h. gegen die Trochlea hin, sehr derb wird und gewissermaassen an der Trochlea ihren festenPunkt findet. — An der äussern Seite der Fascia profunda liegt die durch vieles Bindegewebe die Muskeln allseits einhüllende starke Fettschicht. —

Die dritte und äusserste Membran hängt innig mit der Periorbita zusammen, von der wir bei der Beschreibung ausgehen müssen. Grade an der Gränze, wo das Periost der

Pars frontalis des Stirnbeins in die Periorbita übergeht, also entsprechend dem Margo supraorbitalis, spaltet sich die Knochenhaut in 2 Blätter, wovon das eine als Periorbita das Augendach überzieht, das andere als sogenannte Augenlidaponeurose (Arnold Anat. II, 2. p. 979) oder Ligam. palpebrale nach Winslow (s. Malgaigne an. chir. Par. 1838 I. p. 354) abwärts geht, und hat ihren festen Punkt an dem obern Tarsus, so dass sie, wie Malgaigne sagt, eine fibröse Scheidewand zwischen den Augenlidern und den tiefern Theilen der orbita bildet. — Sie lässt sich vollständig von den vor und hinter ihr gelegenen Theilen abpräpariren. An der Stelle ihrer Anheftung an dem Tarsus gehen dichte Fasern von ihr an das bindegewebige Stratum des M. orbicularis palpebrarum über. Andrerseits aber steht sie hier sehr innig mit der Fascia des M. levator palpebrae superioris in Verbindung, welche man gleichfalls bis an den Tarsus verfolgen kann.

Die eben beschriebene Fortsetzung der Periorbita ist keineswegs die einzige. Es geht eine eben solche auch an den untern Tarsus und an vielen Stellen zu der Fascia superficialis.

An der Trochlea finden wir in Form eines derberen Streifens ein Bändchen gebildet, welches ungefähr eine Länge von 2—3 Millim. hat und an den untern Rand der Trochlea hingeht, ebenso ein wenig dichteres am oberen Ende. In der Mitte zwischen beiden Bändchen und unter der Trochlea liegen Fettklümpchen angehäuft. — Durch diese Bändchen hat die Trochlea einige Beweglichkeit.

Alle diese Fortsetzungen der Periorbita gehen nun ununterbrochen in eine bindegewebige Ausbreitung über, welche ihrerseits wieder mit der Muskelfascie des Levator palpebrae superioris verschmolzen ist und sich über den ganzen äussern Umfang des Bulbus ausdehnt. Diese Ausbreitung ist eben die Fascia superficialis, welche also durch verbindende Streifen sowohl als auch durch die Muskelfascien theils mit der Tenon'schen Kapsel, theils mit der Fascia profunda zusammenhängt.

Die Fascia superficialis überzieht nun auch die Trochlea. An dieser Stelle ist es, wo sich die sehnige Ausbreitung des kleinen Muskels verbreitet, den ich als Tensor trochleae bezeichnet habe.

Erklärung der Abbildung.

a. M. levator palpebrae super.
a'. M. tensor trochleae.
b. M. rectus sup.
c. M. rectus inf.
d. M. rectus internus.
e. M. rectus externus.
f. M. obliquus infer.
g. M. obliquus sup.
g'. Sehne des m. obliquus sup. in seiner Scheide.
h. Trochlea.
i. Cellulae ethmoidales.
k. Scheide des N. opticus.
l. N. opticus.

M. obliquus abdominis externus.

Bei einem sehr muskelkräftigen männlichen Individuum ging die grösste Partie der letzten Dentation des M. serratus anticus major ununterbrochen in die entsprechende, an der neunten Rippe sich inserirende Zacke des M. obliquus abd. ext. über. — Die erwähnte Partie des M. serratus bestand aus 3 Fascikeln, von denen das oberste $^1/_2$ Centimeter, das mittelste $^1/_4$ Centim., das unterste 1 Centim. breit war. Es liess sich gar keine Trennung im Bereich dieser Bündel zwischen Fasern des Serratus und Obliq. ext. machen, so dass sie also direct vom Angulus inferior scapulae zum äussern Rande der Crista ossis ilium verliefen. — Die bei weitem kleinere Partie der letzten Zacke des Serratus war, in mehrere Bündelchen getheilt, zwischen diesen 3 grössern Fascikeln an die 9te Rippe in der gewöhnlichen Weise angeheftet, und es nahmen dort auch entsprechende kleine Zacken des Obliq. ext. ihren Ursprung.

M. sternalis brutorum.

In einem Falle entsprang der M. sternalis brutorum an der rechten Seite vom untern Rande und der vorderen Fläche sowie mit einem sehnigen Zipfel von der vorderen Fläche des Knorpels der 6. Rippe, seine aufwärts steigenden Fleischbündel gingen in eine schmale Sehne in der Gegend der dritten Rippe über, welche sich nach rechts und links theilend mit den Fleischbündeln beider Mm. pectorales communicirt.

M. cucullaris.

Dieser Muskel entsprang nicht vom innern Drittel der Linea semicircularis superior und nicht von der Protuberantia occipitalis externa, sondern ganz nach aussen am innern Rande des M. sternocleidomastoideus. Dadurch lag die ganze obere Partie des M. splenius und biventer gleich unter dem Panniculus adiposus, indem der M. cucullaris diese Muskeln nicht deckte, vielmehr einen dreieckigen Raum frei liess, dessen Basis gegen das Os occipitis, Spitze gegen die Wirbel lag.

Levator anguli scapulae.

Er zerfiel in 2 vollständig gesonderte Portionen, von denen die obere, der ersten Zacke entsprechend, vom Proc. transversus atlantis entsprang. — Zur vierten Zacke trat ein Verstärkungsbündel vom Cucullaris. — An derselben Seite zeigte sich dieselbe Varietät, welche von H. Theile (Muskellehre p. 139) erwähnt ist. Vom Querfortsatze des Atlas entsprang, mit jener obersten Portion des Levator nur einige Linien lang verwachsen, ein 3—4″ breiter, runder Muskel, welcher bogenförmig nach innen laufend, unter dem M. rhomboideus minor mit einer ebenso breiten flachen Sehne die Ursprungssehne des M. serratus posticus superior erreichte und mit derselben verschmolz.

Splenius colli.

In der Henle'schen Myologie p. 33 ist als Varietät des Splenius cervicis ein Muskel erwähnt, der über dem Serratus posticus superior schmal und sehnig von den Dornen des 6. und 7. Halswirbels entsprang. Dieser Muskel wurde auch auf der hiesigen Anatomie gefunden, indess entsprang er als isolirtes Muskelbündel vom Dornfortsatz des ersten und zweiten Brustwirbels.

Knopfnaht zwischen ala magna des Keilbeins und pars orbitalis des Stirnbeins.

Diese von Herrn G. J. Schultz (Bem. über den Bau der normalen Menschenschädel, St. Petersb. 1852, p. 9) unter dem Namen Knopfnaht o. Diatrypesis beschriebene Naht ist sehr häufig an der oben bemerkten Stelle wahrzunehmen. Unter 35 in dieser Beziehung untersuchten Schädeln fand sich dieselbe zehnmal vor, meistens nur an einer Seite. An dem knöchernen Dreieck, in dessen nach innen gelegener Spitze Orbital- und Cerebralfläche der grossen Keilbeinflügel sich

begegnen, finden sich gewöhnlich unfern dieser Spitze eine oder mehrere Hervorragungen durch Einschnitte begränzt. Ihnen entsprechen am hintern Rande der Orbitaltheile des Stirnbeins entweder eine oder mehrere Oeffnungen. Hiedurch wird dieser Theil des Keilbeins vollständig in das Stirnbein eingekeilt, was Herr Schultz nicht mit Unrecht mit einem Radnagel vergleicht.

Das Nebenthränenbein Luschka's.

Bei einer Vergleichung von 184 Schädeln fand ich diesen von Herrn Luschka beschriebenen Knochen nur 6 Mal; die von diesem Anatomen gegebene Beschreibung stimmt übrigens so genau mit meinen Beobachtungen überein, dass ich in der That Nichts hinzuzufügen vermag.

Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung.

Von

Dr. Wilhelm Wundt.

Zweite Abhandlung.

Zur Geschichte der Theorie des Sehens.

---

1. Plato und Aristoteles.

Die historische Entwicklung der Theorie des Sehens ist deshalb von besonderem Interesse, weil die Ansichten, die zu verschiedenen Zeiten über das Wesen der Gesichtswahrnehmungen geherrscht haben, meistens im innigsten Zusammenhang stehen mit der Art der Naturbetrachtung überhaupt, ja mit der ganzen philosophischen Weltanschauung.

Bei jeder Sinneswahrnehmung kommt nothwendig ein Objekt, das Gegenstand der Wahrnehmung ist, und ein Subjekt, das die Wahrnehmung vollzieht, in Betracht, und dieser Gegensatz eines objektiven und subjektiven Momentes macht auch in der Geschichte der Theorie des Sehens sich geltend, indem bald das eine bald das andere ausschliesslich oder in überwiegendem Maass in den Vordergrund tritt, und nur einem fortgeschrittenen Standpunkte gelingt es zuweilen beide Momente in der Theorie zu vereinen. Jede ursprüngliche naive Auffassung der Erscheinungen ist eine vollkommen objektive, für die Sein und Erscheinung zusammenfallen, später erst sucht die sich abschliessende Spekulation Alles aus dem empfindenden Subjekte herauszuentwickeln, und erst zuletzt erhebt sich über diese Gegensätze der gereiftere Gesichtspunkt, der sie zur Versöhnung bringt.

Dieser Entwicklungsgang wiederholt sich, wie es scheint, mehrmals in der Geschichte, aber jeder folgende Cyklus ist insofern wieder ein neuer, als er durch neue Erkenntnissmomente seinen Anstoss erhält und dieselben in sich aufnimmt.

So findet der dem unmittelbaren Eindruck sich hingebende Naturalismus der alten griechischen Naturphilosophen sein Seitenstück in der Denkweise jener Koryphäen der Naturforschung, die im Mittelalter den Aufschwung der physischen Wissenschaften begründeten; beiden gilt nur das Objective der Erscheinungen, freilich ist dieses Objektive jenen bloss der rohe sinnliche Eindruck, diesen die in ihrem ursächlichen Zusammenhang erforschte und geprüfte Wahrnehmung. Im Alterthum setzte sich dem ursprünglichen Realismus bald der Idealismus der eleatischen Schule entgegen, und aus beiden entwickelten sich die für jene Zeit abschliessenden Anschauungen des Plato und Aristoteles. Im Mittelalter machte sich neben dem Empirismus der Naturforscher, der in Locke und dessen Nachfolgern seine philosophischen Vertreter fand, ein durch Leibnitz und namentlich Berkeley auf die Spitze getriebener absoluter Subjektivismus geltend, und erst in späterer Zeit gelang es Kant durch die Schärfe seiner philosophischen Kritik, die Unhaltbarkeit beider Anschauungen darzuthun und selber einen Weg einzuschlagen, der die Forderungen des reinen Denkens mit der äussern Erfahrung zu versöhnen schien.

Bei den griechischen Naturphilosophen, die theilweise noch in mythischer und poetischer Form ihre Ideen vortragen, geht das empfindende Subjekt vollständig in der äussern Anschauung auf, und wo eine Wahrnehmung von einem Wahrgenommenen unterschieden wird, dageschieht dies nur, um zuletzt wieder beide ihrem Wesen nach identisch zu setzen. Alle Begriffe bewegen sich in den Gegensätzen von Licht und Dunkel, Warm und Kalt, Trocken und Feucht, und diese unmittelbar aus der Anschauung abstrahirten Kategorieen sind zugleich die wesentlichen dem Auge zukommenden Eigenschaften, durch welche dieses zur Auffassung der Aussenwelt befähigt wird. Am weitesten scheint diese sensuale Seite der Naturbetrachtung unter den Naturphilosophen von Empedokles[1]) ausgebildet worden zu sein: in allen Körpern und im Auge selber befinden sich Poren, aus denen Ausströmungen stattfinden, und die Begegnung dieser Ausströmungen macht die Gesichtswahrnehmung; beim Sehen paaren sich also ein Objektives und ein Subjectives, die selber wiederum unter sich identisch sind, denn das Auge enthält wie die äusseren Körper in sich die Gegensätze des Feuers und Wassers, aus deren Mischung Licht und Schatten und die Mannigfaltigkeit der Farben hervorgeht.

---

[1]) Vergl. Aristoteles, de sensibus, c. 2.

In dieser einfachsten Theorie der Wahrnehmung die sich damit befriedigt, dass sie das Sehende und das Gesehene sich gleich setzt, waren nur die Qualitäten der Empfindung berücksichtigt, sie hatte sich noch nicht zur Abstraktion des Raumbegriffs erhoben. Diese Abstraktion vollzogen die Atomistiker, die dem reinen Quale der Naturphilosophen gegenüber das Princip der Quantität in der Theorie der Erscheinungen vertreten.

Dem Demokritos[1]) sind alle Körper aus der Qualität nach einartigen, durch leeren Raum getrennten Atomen zusammengesetzt; auch die Seele besteht ihm aus Atomen, und eine Vorstellung kann in ihr nur entstehen, indem die Gegenstände ihres Vorstellens sich mit ihr vereinigen, indem also von den Objekten Ausflüsse oder Bilder sich ablösen; diese Bilder treffen das Auge, und erst aus ihnen gewinnt die Seele die Vorstellung einer Aussenwelt mit qualitativen Verschiedenheiten. Alle Qualität ist daher eine subjective, Licht und Dunkel und die Verschiedenheiten der Farben beruhen nur auf bestimmten Formen der Atome.

So nahmen die Naturphilosophen ausschliesslich auf die qualitative, die Atomisten auf die quantitative Seite der Erscheinungen Rücksicht, aber beide blieben in der unmittelbaren sinnlichen Empfindung befangen und unterschieden noch nicht ein über dieselbe sich erhebendes Denkvermögen, Empfindung und Vorstellung fielen daher bei ihnen in Eines zusammen. Die Vorbereitung zum Vollzug dieser Scheidung geschah durch die Eleaten, die ebenso einseitig die innere wie jene die äussere Erfahrung in Rücksicht zogen, und die daher, wenn sie sich konsequent blieben, die ganze Sinnenwelt für eine Welt des Scheins erklärten und nur der auf Schlüssen beruhenden Vernunfterkenntniss Realität und Wahrheit zugestanden. Bei einer derartigen Denkrichtung ist natürlich an eine Theorie der Gesichtswahrnehmungen nicht zu denken; aber die eleatische Schule mit ihrer vermeintlichen Vernunfterkenntniss gab den nächsten Anstoss zu der eine neue Epoche der Philosophie begründenden sokratischen Kritik, aus der die zwei auch für unsern Gegenstand bedeutendsten Denker des Alterthums hervorgingen, Plato und Aristoteles.

Plato[2]) bestimmte zuerst die sinnliche Wahrnehmung als eine Wechselwirkung zwischen Objekt und Subjekt, indem er sie die Mitte nennt, in welcher die von beiden ausgehenden entgegengesetzten Bewegungen sich begegnen. Sie ist ihm

---

[1]) Ebendaselbst.

[2]) Theaetetes, Philebos und Timaeos.

weder wie dem Eleaten Parmenides ein leerer Schein noch wie den Sensualisten, die er in Protagoras bekämpft, mit dem Wissen identisch, sondern sie enthält nur die erste Stufe der Erkenntniss. So gelangt beim Akt des Sehens die Sehkraft des Auges erst durch die Einwirkung einer Farbe zur Wirklichkeit, und umgekehrt existirt ein Objekt für uns nur dadurch, dass es durch seine Farbe wahrnehmbar wird. Alle Gesichtsempfindung ist daher dem Plato Farbenempfindung, die Farben sind die dem Auge entsprechenden Ausflüsse der Dinge. Unsere Seele nimmt aber weder das Object noch die Farbe an sich wahr, sondern ein Gefärbtes, und zu Vorstellungen gelangt sie nur, indem sie dieses vermittelst ihres Denkvermögens beurtheilt. Darum kann im Gebiete der Empfindung von Wahrheit und Falscheit noch nicht die Rede sein; jede Empfindung ist eine wirkliche Affektion unserer Seele durch das Sinnliche und als solche eine wahre, erst indem die Seele auf die Empfindung richtige oder unrichtige Urtheile gründet, gelangt sie dem entsprechend zu richtigen oder unrichtigen Vorstellungen.

Diese nur gelegentlich ausgesprochenen Gedanken, die sich namentlich im Theaetet vorfinden, sind das Wichtigste was Plato über Sinneswahrnehmung geschrieben hat. Zwar ist dieser Denker später im Timaeos, jenem merkwürdigen mehr poetischen als philosophischen Werk, in dem anscheinend der Mangel der Erkenntnisse, zu denen Erfahrung und Spekulation nicht genügend sind, durch Schöpfungen der Phantasie ersetzt wird, noch einmal auf die Bildung der Gesichtsvorstellungen zurückgekommen, aber es geschieht dies in derselben mythisch-poetischen Weise, die in diesem ganzen Dialog vorherrscht, und die zu den abstrakten Begriffsentwicklungen im Theaetet einen scharfen Gegensatz bildet. „Unter den Sinneswerkzeugen bildeten die Götter zuerst die lichtvollen Augen . . . . Ihrer Weisheit nach sollten diese zu einem Körperlichen werden, welches von dem Feuer die Eigenschaft des Brennens nicht besässe, wohl aber die Erzeugung des milden, der Milde des Tages stets eigenthümlichen Lichtes . . . . Umgiebt nun des Tages Helle das den Augen Entströmende, dann vereinigt sich dem Aehnlichen das hervorströmende Aehnliche und bildet in der geraden Richtung der Sehkraft aus Verwandtem da ein Ganzes, wo das von innen Herausdringende dem sich entgegenstellt, was von aussen her mit ihm zusammentrifft.“ Im Wesentlichen giebt diese Stelle des Timaeos in poetischer Form die bereits im Theaetet ausgesprochene Ansicht von einer Wechselwirkung des Subjekts und Objekts beim Sehakte

wieder, ebenso war dort schon eine innere Uebereinstimmung zwischen den Farbenausflüssen der Dinge und dem Sehorgan vorausgesetzt worden. Aber indem Plato im Timäos das was er früher auf seine abstrakte Form gebracht hatte wieder versinnlicht, kehrt er selbst gewissermassen noch einmal zurück auf die von ihm überwundene ganz im Sinnlichen befangene Anschauungsstufe der frühern Naturphilosophen [1]). Man irrt jedoch, wenn man, wie dies häufig geschieht, hiernach den ganzen Standpunkt des Plato beurtheilt und ihn desshalb geradezu mit den Naturphilosophen zusammenstellt. Plato ist im Gegentheil der Erste gewesen, der scharf die Grenze zog zwischen der Sinnlichkeit und dem Bereiche des Denkens, indem er die Unterscheidung eines Empfindungs- und Denkvermögens klar aussprach, dadurch das er die dem Sinnlichen zugehörende Empfindung und die rein in das seelische Gebiet fallende Bildung von Vorstellungen aus der Empfindung sich gegenüberstellte. — Noch ein Schritt fehlte dem Plato, um für den Stand damaliger Erfahrung einen Abschluss herbeizuführen: Empfindung und Vorstellung hatte er getrennt, aber die zwischen beiden liegende Wahrnehmung fiel bei ihm noch mit der Empfindung zusammen. Diesen letzten Schritt, die Unterscheidung und Analyse der Wahrnehmung, vollzog Aristoteles, und damit ging dieser Denker weit hinaus über die Philosophie seiner Zeit und seines Volkes, dessen Sprache nicht mehr genügte, um dem neuen Begriff einen Ausdruck zu geben.

Bei des Aristoteles Theorie des Sehens [2]) müssen wir wohl unterscheiden zwischen seinen nothwendig mangelhaften physikalischen Anschauungen und seinen noch jetzt kaum übertroffenen psychologischen Beobachtungen; die Psychologie ist bis zum heutigen Tage so sehr eine Wissenschaft der Selbstbeobachtung geblieben, dass es nichts Unerklärliches hat, wenn ein einziger Mann hierin schon vor Jahrtausenden beinahe zum Ende gelangt ist.

In physikalischer Beziehung verwirft Aristoteles sowohl das Demokrit Ansicht vom Sehen, wornach dasselbe durch Bilder, die von den Gegenständen sich ablösten, zu Stande komme, wie die Meinung des Empedokles, die auch im

---

[1]) Es kann deshalb dem Aristoteles nicht verargt werden, dass er in seiner Kritik der ihm vorausgegangenen Empfindungstheorien die Ansichten des Empedokles und des Plato im Timäos als gleiche betrachtet, aber es ist auffallend, dass er die von Plato anderweitig geäusserten Ansichten gänzlich unerwähnt lässt.

[2]) De sensibus, de anima (vergl. bes. l. II. c. 5—8) und de coloribus.

Timäos sich findet, beim Sehen paare sich ein äusseres mit einem inneren Lichte. Dass das Licht nicht in Ausflüssen der Objekte bestehe, glaubt Aristoteles dadurch bewiesen, dass es keiner Zeit zu seiner Fortpflanzung bedürfe; dass das Sehen ebensowenig in Lichtausströmungen des Auges bestehe, gehe daraus hervor, dass wir im Dunkeln nicht sehen; beide Ansichten erklärten endlich nicht, warum wir die Objekte nicht wahrnehmen, wenn wir sie unmittelber auf das Auge legen [1]).

Damit ein Sehen zu Stande komme, müsse nothwendig Objekt und Sehorgan durch Etwas getrennt sein, und zwar durch etwas Durchsichtiges. Aber dieses Durchsichtige ist nicht an und für sich und unter allen Umständen durchsichtig, denn wir sehen erfahrungsgemäss nur, wenn es erleuchtet wird; Aristoteles unterscheidet daher das Durchsichtige als potentielles und als aktuelles, das potentiell Durchsichtige ist Dunkelheit, und die Thätigkeit des Durchsichtigen als solchen ist Licht. Bisweilen schreibt Aristoteles auch das Licht der Anwesenheit des Feuers oder Aethers im Durchsichtigen zu, aber er bemerkt ausdrücklich, dass dasselbe nicht als etwas Körperliches zu betrachten sei, sondern dass es eben in dem Aktuellsein des Durchsichtigen bestehe. Aristoteles kommt also durch die induktive Zergliederung der Erscheinungen zu dem Schlusse, dass das Licht weder vom Sehorgan noch vom gesehenen Gegenstand, sondern von dem zwischen beiden befindlichen durchsichtigen Zwischenmedium ausgehe. Aber das Durchsichtige ist überall verbreitet, es befindet sich sowohl in den äussern Gegenständen als im Auge; in jenen erzeugt es mit Undurchsichtigem gemischt die Farben, in diesem ist es die nothwendige Bedingung, dass der Sehakt zu Stande komme, denn wenn das Auge nicht durchsichtig wäre, so könnte das äussere Licht nicht zu ihm gelangen, und insofern muss allerdings auch dem Auge ein feuriges innewohnen, aber unrichtig ist es, wenn man weiter annimmt, dass beim Sehakte ein inneres und ein äusseres Feuer sich begegnen, sondern jenes muss gewissermassen erst durch dieses geweckt werden, Empfindendes und Empfindbares sind nicht

---

[1]) Von den subjektiven Lichterscheinungen, die bei heftigerem Druck auf's Auge entstehen, giebt Aristoteles folgende sinnreiche Erklärung. Das Auge erzeugt nach seiner weiter unten angeführten Ansicht wie alles Durchsichtige Licht, gewöhnlich aber sieht es nicht sich selber, wird es jedoch schnell gedrückt, so entstehen aus dem einen Auge gleichsam zwei, und der eine Theil sieht den andern.

mit einander identisch, sondern das Empfindende ist potentiell ein solches wie das Empfindbare der Wirklichkeit nach.

Das Auge enthält demnach wie das äussere Durchsichtige und wie alle Körper in sich die Gegensätze der Dunkelheit und des Lichtes. Luft und Wasser sind nun die hauptsächlichsten durchsichtigen Mittel; das Durchsichtige des Auges muss, da es keine Luft enthält, das Wässrige sein; Aristoteles nennt daher das Auge zusammengesetzt aus Feuer und Wasser. Beide bilden den Gegensatz von Licht und Dunkel, der somit sowohl objektive als subjective Bedeutung hat.

Licht und Dunkel bilden als Weiss und Schwarz die zwei Grundfarben, aus deren verschiedener Vermischung die ganze Mannigfaltigkeit der übrigen Farben hervorgeht. Aristoteles ist unschlüssig, ob er sich diese Vermischung mehr als eine wahre Verschmelzung oder mehr als ein atomistisches Ueber- oder Nebeneinanderliegen denken soll, er scheint sich jedoch mehr zu der atomistischen Ansicht hinzuneigen, indem er die Vermuthung ausspricht, dass denjenigen Farben, die unsern Augen einen angenehmen Eindruck machen, ähnlich wie den Akkorden in der Musik wohl bestimmte regelmässige Zahlenverhältnisse entsprechen möchten.

In optischer Hinsicht ist noch ein bedeutender Fortschritt des Aristoteles gegenüber seinen Vorgängern die genaue Kenntniss der Reflexion des Lichtes. Als Ursache betrachtet er gleichfalls das Durchsichtige, namentlich Wasser und Luft [1]), insofern dasselbe zugleich das Glatte und Glänzende ist. Jede Reflexion ist aber zugleich Schwächung des Lichtes und als solche bewirkt sie das Schwarze, das mit dem Lichte gemischt die Farben erzeugt. Durch die Reflexion allein erklärt es sich, dass in einem und demselben Durchsichtigen Licht und Dunkel neben einander bestehen und daher überhaupt Farben entstehen können. Diese Erklärung der Farbenentstehung hat nun gleichfalls wieder sowohl objektive als subjektive Bedeutung. Denn auch von dem Glatten des Auges wird das Licht reflektirt und dadurch Dunkel hervorgebracht, das mit dem Licht sich zur Farbe verbindet. Immer liegt somit der Farbe eine Bewegung zum Grunde, und dieselbe Bewegung ist es, durch die im Objekt die Farbe entsteht, und durch die das Subjekt die Farbe empfindet. Das zwischen beiden befindliche Durchsichtige überträgt gleichsam die Bewegung, denn indem es von der Farbe erregt wird, erregt es seinerseits wieder das Auge, und es zeigt sich hierin das Auge verwandt dem

[1]) Die Luftspiegelung war dem Aristoteles bereits bekannt.

äusseren Durchsichtigen: beide verhalten sich leidend und werden thätig, indem sie leiden, beide leiden vom Gleichen und auch vom Ungleichen, denn es leidet was ungleich ist, nachdem es aber gelitten hat ist es gleich.

Wir wenden uns jetzt zu des Aristoteles psychologischer Untersuchung der Sinne. Er theilt in dieser Hinsicht das Empfindbare überhaupt ein in Solches, was einem besonderen Sinne entspricht, wie Farben, Töne, Gerüche u. s. w., und in Solches, was allen Sinnen gemeinschaftlich ist, wie Bewegung, Ruhe, Zahl, Gestalt, Ausdehnung. Beides nennt er auch an und für sich empfindbar und unterscheidet davon noch das nebenbei Empfindbare. Das nebenbei Empfinden ist nun nach des Aristoteles Definition dasselbe, was wir jetzt als Wahrnehmen bezeichnen, er nennt es nämlich erst durch eine Schlussfolgerung mit der reinen Empfindung verknüpft, wie z. B. wenn wir eine Farbe empfinden und daraus schliessen auf das Vorhandensein einer Person oder Sache.

So hatte Aristoteles in Wirklichkeit die Scheidung zwischen Empfindung und Wahrnehmung ihren Hauptgrundzügen nach schon vollführt, wenn gleich er beide noch dem Wort nach zusammenfasste und als αἴσθησις von dem eigentlichen Denkvermögen streng unterschied. Empfinden und Denken, sagt er, sind beide gewissermassen ein Leiden, beide setzen ein Erregtwerden als Ursache voraus, dort aber ist, was die Thätigkeit hervorbringt, ein Aeusserliches, das auf das Einzelne, hier ein Innerliches, das auf das Allgemeine geht. Empfinden und Denken sind ferner dadurch von einander verschieden, dass zu denken in eines Jeden Willkür steht, nicht aber zu empfinden, sondern es muss Empfindbares vorhanden sein, damit eine Empfindung zu Stande komme.

Aber des Aristoteles Scharfblick blieb sogar dabei nicht stehen, dass er die psychische Natur des Wahrnehmungsaktes erklärte, schon in der reinen Empfindung erkannte er eine Art von psychischer Thätigkeit, ein Schritt, in dem ihn vielleicht erst die empirische Forschung unserer Tage einzuholen beginnt, und den man, weil man ihn nicht verstand, meistens ganz übersehen hat. Aristoteles hebt nämlich neben der passiven Wirkung des Gesichtssinnes noch eine aktive Wirkung desselben hervor, von dieser eigenen Thätigkeit des Sinnes bei der Empfindung sagt er, sie liege dem Geistigen nahe, denn, indem sie verschiedene Dinge erkenne, urtheile sie gewissermaassen über die Gegensätze der äussern Objekte; er nennt daher die Empfindung auch die urtheilende

Mitte, welche die Gegensätze des Empfindbaren potentiell in sich enthalte.

2. Die Naturforscher des Mittelalters.

Die späteren Griechen und die Römer haben in der Theorie der Sinne, wie fast in allen Wissensgebieten, nichts Selbständiges geleistet; auch in den ersten anderthalb Jahrtausenden christlicher Zeitrechnung lehnt sich die Philosophie, soweit sie überhaupt gepflegt wird, nur an die griechische an. Vor Allem sind es hier Plato und Aristoteles, deren Anschauungen fast unverändert, doch oft missverstanden sich fortpflanzen, und durch deren ausschliesslichen Cultus die Gelehrten in zwei häufig feindlich gegenüberstehende Parteien sich sondern. Auch über den Vorgang des Sehens blieben die Lehren jener beiden Männer durch einen grossen Theil des Mittelalters hindurch die allein maassgebenden; aber diese Lehren erhielten sich nicht in ihrer Ursprünglichkeit, sie wurden nicht verbessert, aber verunstaltet, ihr geistiger Gehalt wurde auf's Gröbste versinnlicht. So nahmen die Platoniker die Lichtausflüsse des Auges als eine wirkliche Thatsache an, die Aristoteliker fassten ein gelegentlich hingeworfenes Gleichniss des Aristoteles, in dem er den sinnlichen Eindruck mit dem Eindruck vergleicht, den das Siegel im Wachse hervorbringt, als dessen Hauptlehre auf; und so bildeten sich zwei philosophische Schulen, deren eine den Sehakt aus den Lichtausströmungen des Auges, deren andere ihn aus den Lichtausströmungen der Gegenstände erklärte. Erst als im 16. Jahrhundert unter dem Schutze alchymistischer Geheimlehren die ersten Spuren der Naturforschung sich regten, begannen auch hier selbstständige Anschauungen sich geltend zu machen, die zwar zunächst noch an die Alten sich anlehnten, die aber schon den Keim einer künftigen Befreiung in sich trugen.

Zunächst führten nämlich die ersten rohen Versuche, die mehr zufällig als absichtlich über die Eigenschaften des Lichtes angestellt wurden, zu einem Sieg des Aristotelischen über das Platonische Prinzip. Denn als Joh. Bapt. Porta in seiner Magia naturalis [1]), einem in historischer Hinsicht höchst interessanten, für das Jahrhundert charakteristischen Werke, das neben den abenteuerlichsten Zauberrecepten die wichtigsten physikalischen Entdeckungen in sich birgt, die

---

[1]) Magia naturalis sive de miraculis rerum naturalium. Antwerp. 1560.

camera obscura beschrieb und zeigte, dass die geradlinigt von den Gegenständen ausstrahlenden Bilder derselben sich objektiv darstellen lassen, als man weiterhin die Beobachtung machte, dass im Auge beim Sehen ein ähnliches Bild wie in der dunkeln Kammer sich bilde [1]), da schien in der That für den unparteiisch Denkenden kein Zweifel mehr an der Richtigkeit jener Ansicht zu walten, die das Sehen dadurch erklärte, dass von den Gegenständen Bilder sich ablösten und ins Auge gelangten. Schon Porta hatte die Vergleichung des Auges mit der camera obscura durchgeführt, aber er glaubte, das Bild entstehe auf der hintern Fläche der Krystalllinse, und er hielt desshalb diese für das empfindende Organ, ein Irrthum, der bald durch Kepler aufgeklärt und für alle Zeiten widerlegt wurde.

Dieser grosse Naturforscher hat sich mit der Physiologie des Sehens mit besonderer Vorliebe und an mehreren Stellen seiner Werke beschäftigt [2]); er ist der Schöpfer der physiologischen Optik, in der er vor beinahe drei Jahrhunderten schon weiter gewesen ist, als die Physiologen vor wenig mehr als einem Decennium, auch in der Theorie der Empfindung und Wahrnehmung hat er für den Standpunkt seiner Zeit Ausgezeichnetes geleistet, namentlich gebührt ihm hier das Verdienst, der Erste gewesen zu sein, der von dem Joch der Alten sich vollständig befreite, um rein auf dem Weg der Erfahrung und Beobachtung zu einer selbstständigen Erklärung der Erscheinungen zu gelangen. So wird für unsern Gegenstand durch Kepler jenes Zurückgehen zur Empirie und zur induktiven Erforschung der Wahrheiten repräsentirt, das damals in den verschiedensten Wissensgebieten die grössten Naturforscher aller Zeiten als seine Vertreter fand, und das man an den einen Namen des gleichzeitigen Philosophen Baco zu knüpfen pflegt.

Kepler schickt seinen eigenen Ansichten eine Polemik gegen Aristoteles voraus, die zwar von einem richtigeren Verständniss der Schriften dieses Philosophen zeugt, als gewöhnlich bei den Aristotelikern selber vorhanden war, die aber nur die, nothwendig unvollkommenen, physikalischen Momente in der Aristotelischen Erklärung in Betracht zieht, während sie das Psychologische in derselben ganz über-

---

[1]) Direkt beobachtet wurde dieses Bild erst später, zuerst durch Scheiner. (Oculus, sive fundament. opticum. Lond. 1652. p. 176).

[2]) Astronomiae pars optica, Francof. 1604. Cap. V. et appendix ad Cap. I. Dioptrice. August. Vind. 1611. Prop. 57—66.

sieht. Kepler kehrt sich vorzugsweise gegen die von Aristoteles gegebene Definition des Lichtes als einer Thätigkeit des Durchsichtigen als solchen, von der er sagt, dass sie nicht das Wesen des Lichtes treffe, sondern nur seine Erscheinung, insofern sie beim Sehen in Betracht komme; der Begriff des Durchsichtigen selber werde ferner von Aristoteles nicht definirt, sondern nur umschrieben; ein Unterschied zwischen Licht und Farbe, wie ihn jener mache, sei endlich nicht statthaft, denn die Farbe selber spende Licht. Kepler glaubt, dass Aristoteles zu seinem Irrthum hauptsächlich durch die Thatsache veranlasst wurde, dass wir Gegenstände, die unmittelbar das Auge berühren, nicht sehen, indem er sich hierdurch auf die Nothwendigkeit der Anwesenheit eines Zwischenmediums beim Sehen zu schliessen genöthigt sah. Kepler beseitigt nun dieses Bedenken, indem er nachweist, dass bei allzu grosser Nähe der Gegenstände ein deutliches Sehen vor allem aus Gründen, die in der Struktur des Auges liegen, nicht stattfinden könne. Aber selbst angenommen, sagt Kepler, Licht und Farbe beständen in einer Thätigkeit des Durchsichtigen, so müsste doch das Durchsichtige durch irgend Etwas zu dieser Thätigkeit angeregt werden, und dieses Etwas könne man sich nicht anders, denn als einen von dem leuchtenden Körper geschehenden Ausfluss vorstellen. Dass jedoch das Durchsichtige an den Licht- und Farbeerscheinungen in der That gar keinen Antheil habe, gehe daraus hervor, dass seine wesentliche Eigenschaft eben die sei, nicht gesehen zu werden, und dass es diese Eigenschaft in um so höherem Grade verliere, dass es um so undurchsichtiger werde, je mehr es gefärbt sei.

So gelangt Kepler schon auf dem Weg der Kritik zu der Ansicht: Licht und Farben sind Ausströmungen der leuchtenden und farbigen Gegenstände; dass diese Ansicht die wahre sei, glaubt er aber überdies positiv durch den Versuch Porta's, den er zuerst physikalisch erklärt, sowie überhaupt durch die Thatsachen der ganzen Dioptrik erweisen zu können. Beim Sehen erzeugen diese Ausströmungen im Auge ähnlich wie in der camera obscura ein verkehrtes Bild der Objekte. Dass der Ort dieses Bildes nicht die Krystalllinse oder die Chorioidea, wie Manche geglaubt hatten, sondern die Netzhaut ist, zeigt Kepler, indem er den optischen Nachweis liefert, dass in dieser Membran der Brennpunkt für nahezu parallel in die Pupille einfallende Strahlen gelegen ist, dass also auf ihr allein ein deutliches Bild der Objekte entstehen

kann. Dieses Bild soll, indem es die vom Gehirn herabsteigenden Nervengeister in Bewegung setzt, unmittelbar die Gesichtsvorstellungen hervorrufen. Aus dem Umstand, dass wir ferne und nahe Gegenstände gleich deutlich wahrzunehmen vermögen, schloss Kepler bereits, dass im Auge ein Anpassungsvermögen für Ferne und Nähe bestehen müsse, von dem er glaubte, dass es zu Stande komme, indem die Krystalllinse sich der Retina nähere oder von ihr entferne, er vermuthete, dass der Ciliarmuskel diese Accomodationsbewegungen vermittle. Dem Sehen mit zwei Augen schreibt er den Vortheil einer grösseren Deutlichkeit zu; dass wir mit beiden Augen nur einfach sehen, erklärt er aus der Vereinigung beider Sehnerven, übrigens ist ihm auch das Doppeltsehen wohl bekannt, und mit Rücksicht darauf giebt er an einer andern Stelle (Dioptr. prop. 62) eine abweichende Erklärung, er sagt nämlich: wir sehen einfach, wenn unsere beiden Netzhäute auf gleiche Weise erregt werden, wir sehen doppelt, wenn dieselben verschieden erregt werden. Eigenthümlich ist die Erklärung, die Kepler davon giebt, dass wir trotz der Verkehrtheit des Retinabildes die Gegenstände aufrecht wahrnehmen, er meint nämlich, da beim Sehakt die Ausstrahlung der Bilder von den Gegenständen das Aktive und das Sehen selber das Passive, Thätigsein und Leiden sich aber entgegengesetzt sei, so müsse auch das Bild im Auge dem äussern Gegenstand entgegengesetzt sein, damit jenes diesem entspreche. Was die Bestimmung der Grösse der Objekte betrifft, so schliesst Kepler, da das Retinabild immer viel kleiner, als der ihm correspondirende Gegenstand bleibt, dass wir aus jenem Bild noch nicht unmittelbar dieselbe bestimmen können, sondern er stellt den Satz auf, dass, erst wenn uns die Entfernung eines Gegenstandes bekannt ist, wir die Grösse desselben dem Gesichtswinkel, unter dem er erscheint, proportional setzen; wie wir aber zu einem Maass der Entfernung gelangen, darüber findet sich bei Kepler keine Angabe.

Durch Kepler's optische Untersuchungen schien vor Allem die wichtige Thatsache unumstösslich festgestellt, dass die Netzhaut die lichtempfindende Membran des Auges sei. Nichts desto weniger erhob sich gerade gegen diese Thatsache bald ein Widerspruch, der auf Beobachtungen gegründet war, die ihrerseits zweifellos schienen und die, indem sie die ganze Kepler'sche Theorie wieder in Frage stellten, die Veranlassung wurden, dass über diesen Gegenstand noch längere Zeit eine Unsicherheit und Verschiedenheit der Meinungen

herrschte. Mariotte[1]) entdeckte nämlich, dass in der Netzhaut ein bestimmter Fleck, der der Eintrittsstelle des Sehnerven entspreche, vorhanden sei, an dem keine Lichtempfindung stattfinde. Mariotte schloss hieraus, dass nicht die Netzhaut, sondern die Aderhaut die lichtempfindende Membran sei. Diese Ansicht, glaubt er, werde überdies sowohl dadurch unterstützt, dass die Retina das Licht durchlasse und nicht auffange, als insbesondere durch den Umstand, dass auch die Iris, die mit der Chorioidea in ihrer Struktur so verwandt sei, eine grosse Empfindlichkeit gegen das Licht zeige. Der Streit, der über die so entstandene Controverse herüber und hinüber schwankte, wurde erst nach fast hundert Jahren von anatomischer Seite durch Haller, von physikalischer Seite durch Dan. Bernoulli endgültig entschieden, durch Haller, indem er nachwies, dass die Netzhaut an der blinden Stelle von abweichender Struktur sei, und dass die Chorioidea fast keine Nerven besitze[2]), durch Bernoulli, indem er zeigte, dass unsere Aufmerksamkeit beim Sehen vorzüglich auf diejenigen Gegenstände sich richte, die auf der Mitte der Netzhaut sich abbilden, und indem er bereits die Vermuthung aussprach, dass wir dasjenige, was durch die blinde Stelle verschwindet, durch die Einbildungskraft ersetzen[3]).

Nach Kepler erhielt von physikalischer Seite aus die Untersuchung der Gesichtsempfindungen den mächtigsten Anstoss durch die von Newton geschehene Entdeckung der verschiedeneu Brechbarkeit der Strahlen des gemischten Lichtes und seine darauf gegründete Theorie des Lichtes und der Farben[4]). Indem Newton durch ebenso einfache als sinnreiche Versuche den Nachweis lieferte, dass sich das weisse Licht in die einzelnen Farbestrahlen zerlegen und aus ihnen sich wieder zusammensetzen lasse, zerstörte er den letzten Rest der Aristotelischen Optik, der sich gerade in der Farbenlehre, in der Annahme einer Zusammensetzung der verschiedenen Farben aus Weiss und Schwarz als den Grundfarben noch erhalten hatte. Wenn trotz des unumstösslichen physikalischen Beweises, den Newton von der zusammengesetzten Beschaffenheit des weissen Lichtes geliefert hat, bei einem nicht-physikalischen Publikum die Aristotelische Theo-

---

[1]) Philosop. transact. 1668, t. II. p. 668 u. t. IV, p. 1023.

[2]) Elem. Phys. T. V. p. 477.

[3]) Comment. Academ. Petrop. T. I, p. 314. Bernoulli ist zugleich der Erste, der Ort und Grösse des blinden Flecks genauer zu messen versuchte.

[4]) Lectiones opticae, opera t. II.

rie noch lange, ja zum Theil bis in die neueste Zeit sich erhalten hat, so dürfen wir sicherlich dies als keine Zufälligkeit ansehen, ebenso wie wir darin, dass jene Theorie von Aristoteles bis Newton die fast allgemein angenommene war, schon einen tiefern Grund und eine Bedeutung erkennen müssen, die ihr vielleicht eben auf nicht-physikalischem Gebiete zukommen mag. In der That, wenn wir alle Licht- und Farbenerscheinungen nach ihrer physiologischen Wirkung, nach der Intensität der Empfindung, in eine Reihe ordnen, so sind Weiss und Schwarz die zwei Endglieder, zwischen welche die einfachen Farben des Spektrums in bestimmter Folge sich einreihen lassen. Der Irrthum der Aristotelischen Optik besteht darin, dass sie diese der unmittelbaren Empfindung sich aufdrängende Eigenschaft mit dem ganzen Wesen der Farbe verwechselt; daraus erklärt es sich auch, dass noch in neuester Zeit die Göthe'sche Farbenlehre vorzugsweise bei Solchen Beifall gefunden hat, die weniger der innere Zusammenhang als der unmittelbare Eindruck der Naturerscheinungen beschäftigt, wie bei Künstlern, oder auch bei Solchen, die die Gegenstände der äussern Anschauung unmittelbar als Denkprobleme behandeln, wie dies meistens von Philosophen geschieht.

Newton aber, der mit so grossem Erfolg die physikalische Seite dieses Gegenstandes bearbeitete, hatte keine Acht auf jene physiologische Wirkung, und dies mag der Grund sein, dass er, dessen Schlüsse, so lange es sich um die Theorie des weissen Lichts und der Spektralfarben handelt, von unangreifbarer Folgerichtigkeit sind, seinerseits in einen Irrthum verfällt, indem er den Versuch macht, auch das Schwarze aus seiner Theorie abzuleiten. Newton sagt nämlich, Schwarz und Weiss seien nicht wesentlich von einander verschieden, beide seien aus allen Farben zusammengesetzt, und das Schwarze unterscheide sich von dem Weissen nur durch den Mangel an Licht, er schliesst dies namentlich daraus, dass eine weisse Fläche ein schwärzliches Ansehen erhält, wenn sie beschattet wird, dass die Ränder eines schwarzen von der Sonne beschienenen Körpers mit farbigen Säumen erscheinen, wenn sie durch ein Prisma betrachtet werden u. s. w.[1]). Dieser Irrthum ist unvermeidlich, wenn man nur das Objekt des Sehens und nicht zugleich das sehende Organ im Auge hält, denn das Schwarze ist eben keine physikalische Eigenschaft des Lichtes, sondern ein

[1]) L. c. p. 225.

physiologischer Zustand der Netzhaut, welcher der gänzlichen Erregungslosigkeit derselben entspricht.

Newton berührt überhaupt nirgends in seinen Schriften, wie dies Kepler so häufig gethan hatte, die physiologischen Vorgänge beim Sehen; bei ihm ist die eigentliche Optik im Vergleich zu Kepler schon so weit vorgeschritten, dass sie eine völlig in sich abgeschlossene, gewissermassen objektivere, von dem wahrnehmenden Subjekt unabhängige Gestalt annimmt. Auch die Bemühungen der gleichzeitigen Physiker, von denen nur Wenige, wie Mariotte, Hook u. A., die Newton'sche Lehre bekämpften, deren bei weitem überwiegende Mehrzahl aber sich mit dem Weiterbau der durch ihn begründeten wissenschaftlichen Optik beschäftigten, wie Désaguliers, s'Gravesand, Muschenbroek, gehen vollständig in den rein physikalischen Untersuchungen auf. Wo die Wirkung des Auges erwähnt wird, da begnügt man sich mit der sich auf Kepler stützenden Nachweisung, dass die Lichtstrahlen, deren Brechung in den durchsichtigen Medien nach dioptrischen Gesetzen erfolge, auf der Netzhaut ein Bild der Gegenstände entwerfen. Mit der Entstehung dieses Bildes glaubt man den Sehakt vollständig abgemacht, es kann daher nirgends die Rede sein von einem näheren Eingehen auf den eigentlichen Empfindungs- und Wahrnehmungsvorgang. Höchstens noch erregt die verkehrte Lage des Netzhautbildes Bedenken, aber auch hierüber beruhigt man sich gewöhnlich bald mit irgend einer Hypothese. So blieb seit Newton die physikalische von der physiologischen Optik getrennt: während jene unaufhaltsame Fortschritte machte, blieb diese im Wesentlichen auf dem Punkte stehen, auf dem sie einst Kepler gelassen hatte. Die Physiologie war noch nicht so weit vorgeschritten, um ihrerseits da anzuknüpfen, wo die Physik war stehen geblieben. Die Physiologen des 17. und 18. Jahrhunderts beschränkten sich daher meistens auf die Mittheilung der ihnen von den Physikern überlieferten Sätze und auf diejenigen Schlüsse, die sich aus der anatomischen Untersuchung des Auges oder aus der unmittelbaren Beobachtung ihnen ergaben. So lieferten Boerhave, Le Cat, Porterfield, Hamberger, Haller u. A. manches Einzelne von Werth, ohne im Ganzen einen wesentlichen Fortschritt herbeizuführen.

Porterfield[1]) bringt schon einige vortreffliche Bemerkungen über die Bestimmung des Ortes und der Entfernung der Gegenstände durch den Gesichtssinn, sowie über den Ein-

---

[1]) Porterfield, on the eye. Edinb. 1759. t. I. and II.

fluss der Uebung auf den bei diesen Schätzungen thätigen Urtheilsprocess; auch über Accomodation, über die Bewegung der Iris u. a. hat er Beobachtungen und verständige Reflexionen, dagegen leitet er z. B. das Aufrechtsehen daher, dass die Seele nicht auf der Retina, sondern an dem Ort sehe, wo sich die Objekte befinden.

Bei Haller[1]) ist besonders die scharfsinnige Behandlung der Empfindung und ihrer Auffassung von Interesse. Er sagt: der äussere Eindruck wird durch das Nervenfluidum zum Gehirn fortgepflanzt, aber weder im Gehirn noch in der Seele entsteht ein Abbild des gesehenen Gegenstandes; die Lichtstrahlen dringen nur bis zur Netzhaut, die von hier ausgehende Bewegung dringt zum Gehirn, aber in die Seele selber gelangt nicht einmal diese Bewegung. Doch wie die Lichteindrücke wechseln, so ist die Bewegung in den Nerven und die Wahrnehmung der Seele eine wechselnde, es besteht also zwischen dem Eindruck, der Bewegung und dem Wahrgenommenen ein gewisses Verhältniss, bei jedem Eindruck percipiren wir ein Zeichen, das die ihm entsprechende Vorstellung wach ruft. —

Ueberblicken wir die ganze Reihe physikalischer und physiologischer Arbeiten von Kepler bis Haller, so können wir dieselbe kurz als eine Periode der Untersuchung bezeichnen, in der das objektive Moment, aus dessen allseitiger Erforschung die physikalische Theorie des Lichts und der Farben ihren Ursprung nimmt, so überwiegend ist, dass über ihm das subjective gänzlich zurücktritt. Bei einigen Physiologen ist zwar ein unverkennbares Bestreben vorhanden, auch das letztere zur Geltung zu bringen, aber der Schatz physiologischer Erfahrungen ist noch zu klein, um einen mit der Macht der errungenen physikalischen Thatsachen im Gleichgewicht stehenden Anhaltspunkt bieten zu können.

---

3. Die idealistische Philosophie von Cartesius bis Berkeley und der Sensualismus des Locke und seiner Nachfolger.

Neben dieser Reihe von Forschern, welche die sinnliche Seite unseres Gegenstandes vertreten, steht aber eine andere Reihe, die vorzugsweise der geistigen Seite desselben ihr Augenmerk zuwendet, und die in der neben jener ihren induktiven Gang vorfolgenden Naturforschung einhergehenden

---

[1]) Elem. Physiolog. Tom. V. Lib. XVI et XVII.

idealistischen Philosophie ihren Ausdruck findet. Der Mann, den wir hier nicht nur der Zeit nach, sondern auch desshalb zuerst nennen müssen, weil er, Physiker und Philosoph, zugleich auf der Gränzscheide beider Anschauungsweisen steht, ist Cartesius [1]).

Wie in seiner ganzen Philosophie, so vereinigt Cartesius auch in seiner Theorie der äussern Erkenntniss den Widerspruch des strengsten Idealismus und der gröbsten mechanischen Versinnlichungen. Idealist bleibt er, so lange er kritisch den bisherigen Schein der Erkenntniss vernichtet, Sensualist wird er, sobald er den Versuch macht, die neue Quelle positiver Erkenntniss, die er gefunden zu haben glaubt, ins Einzelne zu verfolgen; in seinen philosophischen Schriften tritt daher der Idealismus, in seinen physikalischen Schriften der Sensualismus mehr in den Vordergrund. Der Grund dieses Widerspruches liegt darin, das seine dogmatische Philosophie nicht die natürliche Tochter seiner Kritik sondern nur ihr angenommenes Kind ist. Sein mathematisches Genie bestimmt ihn, geometrischen Wahrheiten Gewissheit zuzuerkennen, während er an allem Uebrigen sich zu zweifeln erlaubt, so entsteht das Bestreben, Alles, Körperliches und Geistiges, mechanisch zu versinnlichen, um es geometrisch demonstriren zu können.

Die Theorie des Lichtes, die Cartesius in seiner Dioptrik aufstellt, enthält die Grundidee der späteren Undulationstheorie. Er sagt: beinahe alle Philosophen nehmen mit Recht an, dass es keinen leeren Raum geben könne, dennoch sehen wir, dass zwischen den Theilchen der Körper sich Poren befinden, diese Poren müssen also mit einer sehr feinen Materie ausgefüllt sein. Das Licht besteht nun nach seiner Annahme in einer in der Richtung der Lichtstrahlen geschehenden Bewegung dieser Materie, die er sich aus discreten, auf einander stossenden Kügelchen zusammengesetzt denkt. Diese Materie erstreckt sich von den Gestirnen bis zu unserm Auge, und wir empfinden mit dem letzteren die Bewegung, die von jenen ausgeht, ähnlich wie wir durch einen Stock, den wir in der Hand halten, den Widerstand des Bodens wahrnehmen. Die Bewegung, die der Netzhaut mitgetheilt wird, pflanzt durch den Sehnerven sich zum Gehirne fort. Diese Fortpflanzung denkt sich Cartesius auf folgende Weise: die Nerven enthalten, nach den Vorstellungen jener Zeit, innerhalb ihrer

[1]) Vergl. bes. die Dioptrik (1637), oeuvres publ. par V. Cousin, t. V. und die Prinzipien der Philosophie (1644), t. III.

Umhüllungen die Nervengeister, welche auf Befehl des Willens in die Muskeln herabfahren und diese in Bewegung versetzen und ausserdem sehr feine Fäden, die eigentlichen Nervenfasern. Diese Nervenfäden dienen nun nach Cartesius Annahme der Empfindung; ausgespannt zwischen Sinnesorgan und Gehirn und frei beweglich wegen der die Röhren aufblähenden Nervengeister übertragen sie die mitgetheilte Bewegung von einem zum andern, ähnlich wie ein Seil, das man am einen Ende in Schwingung versetzt. Cartesius spricht sich sodann gegen die gangbare Annahme aus, dass die Bilder der Gegenstände zum Gehirn gelangen müssten, um dort von der Seele gesehen zu werden, denn wir stellen uns ja auch unter Zeichen und Worten bestimmte Dinge vor, ohne dass jenen irgend eine Aehnlichkeit mit diesen zukommt. Aber dieses Resultat kritischen Nachdenkens vernichtet er, ohne Zweifel weil er selber keinen andern Ausweg noch finden kann, alsbald wieder, indem er einlenkend fortfährt: wollen wir übrigens bei der gangbaren Vorstellung von Bildern bleiben, so müssen wir wenigstens nicht annehmen, dass dieselben vollständig den Objekten gleichen, sondern sie brauchen ihnen nur ähnlich zu sein, ebenso wie eine Zeichnung, die nur die Umrisse der Form giebt, die ganze Vorstellung eines Gegenstandes in uns zu erwecken vermag. Cartesius zeigt nun, dass in der That das auf der Netzhaut entworfene Bild gewisse Unvollkommenheiten habe, und demonstrirt dann, dass dieses Bild, so wie es auf der Netzhaut sei, zum Gehirn gelangen müsse, weil es hier die Optikusfasern bewege, und das Licht nichts anderes als eine Bewegung sei. Wir dürfen uns aber nicht etwa vorstellen, dass die Seele gewissermassen mit einem zweiten Auge jene inneren Bilder betrachte, sondern die Bewegungen, aus denen dieselben bestehen, wirken unmittelbar auf die Seele ein und rufen dadurch in dieser die Empfindung hervor; wir müssen annehmen, dass an derjenigen Stelle des Gehirns, wo die optischen Nervenfäden entspringen, die Kraft der Nervenbewegungen eine so beschaffene sei, um der Seele Lichtempfindungen zu veranlassen, während die Empfindungen der Farben von der Form dieser Bewegungen abhängig sind; als Stütze dieser Ansicht werden die auf mechanische Misshandlungen der Augen erfolgenden subjektiven Lichtempfindungen angeführt.

Die Erkenntniss der Lage der Objekte hängt nach Cartesius lediglich von der Lagerung der Gehirnparticeen an der Ursprungsstelle der Sinnesnerven ab; diese ist so beschaffen, dass sie sich mit jeder Lageänderung unserer Glieder

entsprechend verändert und dadurch der Seele in jedem Augenblick nicht nur das Bewusstsein unserer eigenen Körperstellung, sondern auch das Bewusstsein des Ortes aller derjenigen Dinge mittheilt, die in den geraden Linien liegen, welche man sich von unsern empfindenden Körperstellen aus in's Unendliche kann gezogen denken. Hieraus erklärt es sich auch, dass wir, trotzdem wir mit zwei Augen sehen, doch die Gegenstände nicht doppelt erblicken, ebensowenig als der Blinde von einem Gegenstand, den er mit beiden Händen berührt, glaubt dass er doppelt sei. — Das Bestimmen der Entfernung hängt vor Allem von der Form des Auges ab, denn diese muss beim Sehen in die Nähe etwas anders sein als beim Sehen in die Ferne, und in dem Maasse als wir dieselbe verändern, um sie der Distanz der Objekte anzupassen, verändern wir entsprechend eine gewisse Partie unseres Gehirns, um unserer Seele jene Distanz wahrnehmen zu lassen. Fernere Hülfsmittel zur Erkenntniss der Entfernung sind der Convergenzwinkel der beiden Augenaxen, aus dem wir durch eine Art natürlicher Geometrie auf die Distanz schliessen, und die grössere oder geringere Deutlichkeit und Lichtstärke der Gegenstände. — Endlich die Grösse der Gegenstände schätzen wir aus ihrer Entfernung verglichen mit der Grösse der Bilder, die sie im Grund des Auges entwerfen.

Die Gesichtstäuschungen leitet Cartesius vorzugsweise daher, dass unsere Seele durch die Hülfe des Gehirns und der Nerven sehe; sei also z. B. ausnahmsweise die Lage der letztern etwas verwirrt, so könne es vorkommen, dass wir einen Gegenstand an einem andern Ort sehen, als er sei. Auch darin täusche man sich immer, dass man weisse und hellleuchtende Gegenstände für grösser und näher als dunkle halte; der Grund hierfür liege darin, dass die Verengerung der Pupille, die durch die Gewalt des Lichtes veranlasst werde, auf's Innigste verbunden sei mit jener Bewegung, welche der Anpassung für die Nähe entspreche. Der Grund aber, warum hell leuchtende Körper zugleich grösser erscheinen, liege nicht bloss in der Abhängigkeit unserer Grössenschätzung von der Schätzung der Entfernung, sondern zugleich darin, dass der auf die Netzhaut geschehende Eindruck vermöge seiner Stärke dort auf benachbarte Nervenfasern sich ausbreite[1]).

---

[1]) Plateau hat in seinem geschichtlichen Abriss der Irradiationstheorieen (Poggendorff's Ann. Ergänzungsband I. 1842. S. 81) nur die letztere Hypothese des Cartesius angeführt.

Wir sehen in diesen physikalischen Arbeiten des Cartesius eine Fülle feiner Beobachtungen und sinnreicher Erklärungen Hand in Hand gehen, aber zugleich zieht sich durch das Ganze das Bestreben hindurch, das unbekannte Wesen der untersuchten Erscheinungen auf bekannte mechanische Phänomene, auf klare geometrische Verhältnisse zurückzuführen, und dadurch erscheint die Grundanschauung als eine materialistische im äussersten Sinne des Wortes. Einen ganz anderen Eindruck machen des Cartesius philosophische Schriften: zwar brechen auch hier da und dort seine sensualistischen Neigungen durch, aber der Vorzug, welcher hier der Speculation vor der sinnlichen Erfahrung eingeräumt wird, macht die Grundanschauung zu einer durchweg idealistischen.

In der Betrachtung, die Cartesius in seinen Prinzipien der Philosophie den Sinneswahrnehmungen widmet, handelt es sich lediglich um eine Prüfung derselben auf spekulativem Wege. An die sinnliche Erfahrung wird der Maassstab der Spekulation gelegt, um über ihre Sicherheit abzuschätzen. Cartesius erklärt es für ein von Jugend auf eingesogenes Vorurtheil, dass wir uns vorstellen, Alles was wir empfinden, wie Farbe, Schmerz u. s. w., überhaupt alle Sinnesqualitäten seien ausser unserm Geiste existirende und unsern Empfindungen vollkommen ähnliche Dinge. Diese Vorstellung sei falsch, denn sobald man sich selbst fragt, was das Aeusserliche sei, das der Empfindung der Farbe oder des Schmerzes entspreche, so muss man seine Unwissenheit eingestehn. Alle Sinnesqualitäten können also nur als Empfindungen und Gedanken deutlich vorgestellt werden, nicht aber als ausser dem Geist existirende Dinge. Ganz anders ist es mit der Erkenntniss der Grösse, Gestalt, Bewegung, Lage eines Gegenstandes, so wie mit den Begriffen von Dauer, Zahl u. dergl. Diese Eigenschaften, glaubt Cartesius, könne man weit deutlicher an den Körpern sich vorstellen, ja man könne keinen Körper ohne dieselben sich denken; wenn wir auch gewiss sind, dass ein Körper so gut existirt, insofern er gefärbt, als insofern er gestaltet ist, so sollen wir doch viel deutlicher das Gestaltetsein als das Gefärbtsein erkennen, und in Bezug auf das letztere seien viel leichter Täuschungen möglich. Es wird somit den Sinnen nur insofern sie zur Auffassung quantitativer Verhältnisse geschickt sind eine objektive Sicherheit zugesprochen, während allen Sinnesqualitäten lediglich eine subjektive Bedeutung zukommt.

Cartesius wirft sich nun weiter die Frage auf, woher es komme, dass wir unsere Wahrnehmungen stets auf äussere

Objekte beziehen. Was wir empfinden, sagt er, das kommt unzweifelhaft von einer Sache, die von unserm Geiste verschieden ist, denn es steht nicht in unserer Macht was wir empfinden wollen, wie es in unserer Macht steht was wir denken wollen. Wie kommen wir aber dann zu dem Begriff eines ausgedehnten Dinges? Bei der Beantwortung dieser Frage macht sich Cartesius desselben willkürlichen, alle weitere Untersuchung abschneidenden Sprunges in der Schlussfolgerung schuldig, der seiner ganzen Philosophie sich vorwerfen lässt: da wir jenen Begriff nicht aus uns selber haben, so muss er von Gott uns gegeben sein, und da wir uns unter dem höchsten Wesen nur ein wahrhaftiges Wesen vorstellen können, so muss er auch nothwendig ein wahrer sein. Die einzige Eigenschaft der Körper aber, die uns so eingepflanzt ist, dass wir uns ohne sie keine körperliche Vorstellung machen können, ist die Ausdehnung nach drei Dimensionen, alle andern sinnlichen Eigenschaften können in den Körpern aufhören, ohne dass sie selber aufhören, die Ausdehnung ist daher das Einzige, was wir vom Wesen der Körper wahrnehmen.

Der Idealismus des Cartesius wurde durch Malebranche weiter geführt[1]). Er unterschied wie jener die Objekte des Denkens von den Gegenständen der Ausdehnung, er schrieb aber der Seele, da sie selber kein räumlich ausgedehntes Wesen sei, nur die Möglichkeit einer Erkenntniss in Hinsicht der ersteren, nicht aber in Hinsicht der letztern zu. Da sie aber dennoch wahrgenommen werden, so schliesst er, es müsse in der Seele selber etwas vorhanden sein, was mit ihnen eine gewisse Aehnlichkeit habe. Dies sind die von Gott uns eingepflanzten Ideen der Gegenstände. Es lässt sich nicht denken, dass wir überhaupt Verlangen empfinden, irgend ein Objekt zu betrachten, wenn wir es nicht schon vorher, obgleich nur im Allgemeinen und undeutlich, schauen. Es muss also die Seele a priori die Ideen aller äussern Objekte in sich tragen.

An die Lehre von den angeborenen Ideen knüpfte Leibnitz an in seinen gegen den Locke'schen Sensualismus gerichteten Untersuchungen über das menschliche Erkenntnissvermögen[2]). Leibnitz machte zuerst den Versuch, diese Ideen nicht bloss als Thatsache anzunehmen, sondern sie aus dem Wesen des Verstandes logisch abzuleiten, dadurch wurde er zu dem bedeutenden Fortschritt geführt, die angebornen

---

[1]) De inquirenda veritate. Genoev. 1690.

[2]) Nouveaux essais sur l'entendement humain. (1703.) Opera philos. ed. Erdmann, T. I. p. 194.

Erkenntnisse nicht als im Geiste präexistirende Wahrheiten, sondern nur als in demselben von vornherein vorhandene Anlagen anzunehmen, welche Anlagen, um in die Wirklichkeit zu treten, erst eine Entwicklung durch sinnliche Vorstellungen nöthig haben. Dass derartige Anlagen als virtuelle Erkenntnisse uns angeboren sind, wird aus der Natur der Wahrnehmung geschlossen, diese nämlich liefert uns immer nur zufällige Wahrheiten, sie sagt uns nur was ist und was geschieht, aber wir treffen in unserm Geiste auch allgemeine Wahrheiten an, wir erkennen von gewissen Dingen, dass sie nothwendig so sind und nicht anders sein können. — Bis zu diesem Punkte verfährt die Leibnitz'sche Kritik des Erkenntnissvermögens mit vollkommener Folgerichtigkeit; aber nun scheitert sie, indem sie weitergehend den Versuch macht, den selbst hervorgerufenen Dualismus zu überwinden, den logisch gefundenen Unterschied einer sinnlichen und rationalen Erkenntniss wieder zur Vereinigung zu bringen auf metaphysischem Wege. Nach Leibnitz würden wir alle Dinge in ihrem Causalnexus und als nothwendig erkennen, wenn wir überhaupt von Allem eine klare Anschauung hätten. Aber eine solche kommt uns nur zu im Gebiet der rationalen Erkenntniss, unsere sinnlichen Vorstellungen sind allzu dunkel und verworren, als dass sie uns zur genügenden Deutlichkeit kommen könnten. Der Grund hierfür liegt darin, dass jene Eigenschaften der Dinge, welche wir auf rationalem Wege erkennen, leicht überblickt werden können, während diejenigen Eigenschaften, die sich unserer sinnlichen Wahrnehmung darbieten, von einer Menge der verwickeltsten Figuren und Bewegungen, die sie ausdrücken, abhängig sind. So wissen wir zwar, dass die grüne Farbe aus Blau und Gelb zussmmengesetzt ist, aber in der sinnlichen Vorstellung können wir diese Bestandtheile nicht unterscheiden. Der Unterschied der Verstandeserkenntniss von der sinnlichen Wahrnehmung liegt also weder in einer Trennung unseres Erkenntnissvermögens noch in einer absoluten Verschiedenheit der Erkenntnissobjekte, sondern allein in der relativen Einfachheit der letztern begründet. — Bei diesem System wird nothwendig das Wissen mit dem realen Sein der Dinge identisch gesetzt, selbst unsere sinnliche Erkenntniss liefert ein Bild ihres Gegenstandes nur ist dieses Bild durch die Complicirtheit der es zusammensetzenden elementaren Vorstellungen verworren und darum undeutlich.

In dieser Erkenntnisstheorie des Leibnitz lässt sich wie in seinem ganzen System eine mathematische Grundlage nicht

verkennen, und hierin liegt ein Berührungspunkt mit Cartesius. Auch Leibnitz entnimmt den Maassstab richtiger Erkenntniss den einfachen geometrischen Wahrheiten, die Axiome der Geometrie sind ihm die Urbilder seiner angeborenen Ideen. Aber während Cartesius das Verwickelte dadurch seinem Verständniss zu nähern sucht, dass er es gewaltsam vereinfacht, um es geometrisch demonstriren zu können, sieht Leibnitz in Allem, was er aus geometrischen Axiomen nicht ableiten kann, ein unendlich Verwickeltes und Unauflösbares. Beiden ist vor Allem verständlich, was sie als mechanisch nothwendig begreifen, aber Cartesius bleibt stehen bei der äussern Erscheinung der mechanischen Phänomene, Leibnitz bestrebt sich einen innern Grund für dieselben zu finden, jenem genügt noch die Bewegung, dieser sucht nach einer bewegenden Kraft, der Eine fällt darum von seinem spekulativ errungenen idealistischen Standpunkt praktisch in Materialismus zurück, er versinnlicht das Geistige, der Andere erst führt sein idealistisches System folgerecht durch, indem er das Sinnliche selber vergeistigt.

Zu ihrer höchsten Stufe wurde die idealistische Theorie der äussern Erkenntniss durch Berkeley geführt [1]). Für unsern Gegenstand sind die Ansichten dieses Mannes schon desshalb von besonderem Interesse, weil sie ihren Ausgang von der physiologischen Untersuchung des Gesichtssinnes nehmen. Berkeley's Betrachtungen über die Entstehung der Gesichtswahrnehmungen zeugen von einer feinen psychologischen Beobachtungsgabe. Er sagt: Das Erste, was das Kind unterscheiden lernt, ist die Bewegung seiner eigenen Hände und Finger, die mit einer Empfindung verbunden ist; zugleich aber ist die Bewegung des Bildes derselben im Auge von einer übereinstimmenden Empfindung begleitet; dadurch lernt das Kind Vorstellungen, welche ihm zu gleicher Zeit das Gefühl und das Gesicht von dieser Bewegung geben, mit einander verbinden. Aus der Gesichtsempfindung, die es verglichen mit dem Gefühl bei einer gewissen Entfernung des Fingers vom Auge hatte, schliesst es, dass ein anderer Körper, welcher eben diese Empfindung auf der nämlichen Stelle der Netzhaut verursacht, sich eben da befinde, wo vorher der Finger war. Auf diese Art lernt das Kind zuerst den Ort der Körper kennen, dann unterscheidet es ihre Bewegung und deren Richtung, und, indem es immer weiter die Empfindungen des Gefühls und Gesichts mit einander verbindet,

[1]) Theorie of vision. London, 1709.

gelangt es endlich zu den Begriffen von Ausdehnung, Lage und Gestalt der Körper und lernt zugleich die Grösse und die Entfernung der betrachteten Gegenstände beurtheilen. Das Sehen besteht sonach lediglich in einer Thätigkeit des Gedächtnisses und in einem Schlussverfahren, dieses Schliessen geschieht aber so schnell, dass wir es nicht bemerken, wenn wir nicht absichtlich darauf achten. Das Sehen ist gleichsam ein Zeichen oder eine Sprache, die uns in einem Moment wieder an das zurückerinnert, was wir früher dabei empfunden haben.

Diese richtige Erkenntniss, dass der eigentliche Wahrnehmungsvorgang beim Sehen auf geistigem Gebiete liegt, zu deren Nachweisung und näherer Durchführung Berkeley den ersten Versuch gemacht hat, ist der Keim, aus dem sich seine philosophischen Ansichten entwickelten. Dies ist das Eigenthümliche seines Idealismus, dass er keine spekulative sondern eine empirische Basis hat, aber freilich gelangt Berkeley zu seiner absoluten Negation der sinnlichen Welt, zu der er scheinbar auf induktivem Wege geführt wird, nur durch einen Fehlschluss. Da es nämlich ein geistiger Prozess ist, durch den wir zu unsern Sinnesvorstellungen kommen, so schliesst Berkeley, dass die Empfindung überhaupt nur eine in unserm Geist geschehende Veränderung, also rein subjektiver Natur sei. Das Wahrgenommene hat als solches kein Dasein ausser der wahrnehmenden Seele. Berkeley glaubt diesen Satz überdies dadurch beweisen zu können, dass wir die Empfindungsqualitäten an sich, wie Wärme, Schmerz, Farbe unmöglich auf etwas Aeusserliches beziehen können. — Dabei muste jedoch Berkeley anerkennen, dass die sinnlichen Vorstellungen nicht von unserm Willen abhängig sind, dass sie also einen Grund ausser uns haben müssen. Aber er leugnet, dass dieser Grund ein ausser uns befindliches reales Objekt sei; denn, sagt er, Ursache und Wirkung sind immer einander gleichartig zu denken, unsere sinnlichen Vorstellungen können uns also nur durch ein gleichfalls geistiges Wesen gegeben sein. — So führte Berkeley die Anschauungsweise, zu der Malebranche einst den Grund gelegt hatte, mit strenger Consequenz durch: Malebranche hatte noch die Objekte und die Ideen sich gegenübergestellt, bei Berkeley haben die Ideen allein Wirklichkeit.

In Berkeley sehen wir die idealistische Theorie der äussern Erkenntniss bis zu ihrer äussersten Spitze getrieben, indem von ihm die sinnliche Wahrnehmung nicht mehr als eine zwischen dem Subjekt und der Aussenwelt vorhandenen Wech-

selwirkung sondern rein als ein innerer Prozess des Geistes aufgefasst wird. — Gleichzeitig mit diesem Ideengang, der mit Cartesius an der sinnlichen Erkenntniss zu zweifeln beginnt und der durch Berkeley mit ihr vollständig bricht, um allein dem Denken Wahrheit zuzugestehen, entwickelte sich aber eine entgegengesetzte Weltanschauung, die damit beginnt, dass sie die Wahrheit der Sinnenwelt anerkennt, und damit aufhört, dass sie das Denken bezweifelt. Dieser Sensualismus ist der philosophische Ausdruck der auf physikalischem Gebiete mit dem zunehmenden Reichthum an neuen Erfahrungen sich immer mehr geltend machenden, ganz in dem äussern Objekt aufgehenden Anschauungsweise, die wir für unsern besondern Gegenstand durch Kepler und Newton repräsentirt fanden. Der philosophische Sensualismus hat seine Wurzel in dem Empirismus des Baco, und der Erste, der von diesem Standpunkte aus die Theorie der Erkenntnisse bearbeitete, ist Locke[1]).

Locke's Erkenntnisstheorie beginnt mit der Leugnung der angeborenen Ideen. Alle Erkenntniss stammt aus den Wahrnehmungen des äussern und des innern Sinnes; unserm Verstande kommt nur das Vermögen zu, aus den einfachen durch die Wahrnehmung gegebenen Vorstellungen zusammengesetzte Vorstellungen (Begriffe) zu abstrahiren. Damit war der Standpunkt streng bezeichnet, aber er wurde von Locke selber noch nicht konsequent durchgeführt. Zunächst nämlich gestand er jenen zusammengesetzten Vorstellungen bloss eine subjektive Realität zu, während ein Unterschied von subjektiver und objektiver Realität auf seinem Standpunkte folgerichtig überhaupt nicht mehr vorhanden sein konnte; ferner ordnete er die durch den äussern Sinn vermittelte Erkenntniss, die Empfindung, den Erkenntnissen des innern Sinnes unter, indem er in dem letztern einen höhern Grad der Gewissheit zu finden glaubte; ja noch zwischen den durch die äussere Wahrnehmung vermittelten Vorstellungen machte er Unterschiede, indem er nur den Vorstellungen von Ausdehnung, Zahl, Ruhe, Bewegung, überhaupt den Quantitätsbegriffen, wirkliche und gleichartige Eigenschaften der Materie unterstellte, während die Farben, Töne und überhaupt alle Sinnesqualitäten wohl gleichfalls durch gewisse Eigenschaft der Materie hervorgebracht würden, aber durch Eigenschaften, die mit unsern Empfindungen ganz inkommensurabel seien. — Durch diese

---

[1]) Essai de Mr. Locke sur l'entendement humain, trad, de l'Angl. Londres 1720. L. II. et IV.

Inkonsequenzen ist die Locke'sche Erkenntnisstheorie noch mit den idealistischen Systemen und speziell durch die Bevorzugung der Quantitätsbegriffe mit Cartesius und Leibnitz verwandt. Eine konsequentere Schlussfolgerung und eine noch strengere Erkenntnisskritik musste jedoch ihrerseits auch den Sensualismus wieder in Frage stellen, indem sie zur völligen Negation der Möglichkeit objektiver Erkenntniss hinführte. Diese Consequenz wurde durch Hume[1]) gezogen; er steht ausserhalb dieser Reihe, und bereitet durch seinen scheinbar jede Philosophie zerstörenden Skepticismus eine neue Periode, die mit Kant beginnt, vor.

Seine Weiterbildung fand der Locke'sche Standpunkt vor Allem in Frankreich. Diese Weiterbildung war aber eine einseitige, die nur die sensuale Seite desselben berücksichtigte. Locke hatte noch die Berechtigung des innern Sinns anerkannt, Condillac suchte alle Erfahrungen desselben herzuleiten aus den Eindrücken der äusseren Sinne. Das Bewusstsein und Alles was in ihm vorkommt leitet er aus der Empfindung her, die Empfindung selber nimmt er als ein Gegebenes an, das keiner Erklärung bedarf. So kehrt die übersättigte Spekulation zurück auf jene Stufe des ursprünglichen, aller Spekulation vorausgehenden Naturalismus, dem Empfindung, Wahrnehmung und Vorstellung noch in Eines zusammenfallen. — Die auf Condillac folgenden materialistischen Systeme haben kein neues Prinzip mehr gebracht, sondern nur das von ihm ausgesprochene im Einzelnen durchgeführt.

4. Kant und die neuere Physiologie.

Eine bedeutsame Epoche in unserer Geschichte macht Kant durch den Umschwung, den seine Vernunftkritik in der ganzen Theorie der Erkenntniss herbeiführte[2]). Kant hat das grosse Verdienst, dass er zuerst eine Unterscheidung, die da und dort wohl schon unbewusst war zu Grunde gelegt worden, und nach der die ganze bisherige Erkenntnisslehre hinstrebte, klar aussprach, die Unterscheidung des Dinges an sich und seiner Erscheinung, die allein Gegenstand unserer Wahrnehmung sein kann. Kant giebt den Empirikern zu, dass alle unsere Erkenntniss mit der Erfahrung beginnt; aber sie entspringt desshalb nicht alle aus der Erfahrung. Denn wäre unserer Sinnlichkeit die einzige Quelle unserer Erkenntniss, so könnten wir niemals über den Zweifel hinauskommen, ob den Erschei-

---

[1]) Untersuchungen über den menschlichen Verstand.
[2]) Kritik der reinen Vernunft. Einl. und transc. Aesthetik.

nungen unserer Sinne reale Objekte entsprechen: „wo wollte selbst Erfahrung ihre Gewissheit hernehmen, wenn alle Regeln, nach denen sie fortgeht, immer wieder empirisch, mithin zufällig wären?“ Es muss also durch den sinnlichen Eindruck in unserm Geiste etwas geweckt werden, was dieser zur Empfindung hinzuthut, wodurch dieselbe erst zur Anschauung wird, und wodurch wir zugleich die Gewissheit der Realität unserer sinnlichen Vorstellungen erhalten, denn als gewiss können wir nur ansehen, was wir a priori erkennen. Untersuchen wir nun, was unsere Sinnlichkeit zu der Vorstellung hinzuthut und was von ihr unabhängig ist, so zeigt es sich, dass für den äussern Sinn der Raum, für den innern Sinn die Zeit diejenigen Formen sind, in denen sich unser ganzes Vorstellungsleben bewegt; denn, was speciell den äussern Sinn betrifft, so können wir von den Gegenständen unserer sinnlichen Anschauungen alles Andere uns wegdenken, nicht aber die Ausdehnung im Raume, der Raum ist also eine reine oder a priori'sche Anschauung, er ist die Form, unter die unsere Sinnlichkeit Alles zu bringen gezwungen ist.

Bis zu diesem Punkte ist der Gedankengang Kant's von einer unangreifbaren logischen Konsequenz. Der Weg war gebahnt, auf dem der Abgrund des Hume'schen Skepticismus sich vermeiden liess, ohne in sensualistische oder idealistische Irrgänge sich zu verlieren. Aber von hier an waren verschiedene Ausgänge möglich: es konnte angenommen werden, dass der Zwang zu jener Anschauungsform, von der wir niemals zu abstrahiren vermögen, entweder in den Gegenständen der Anschauung oder in dem anschauenden Geiste liege. Kant wählte den letzteren Weg, indem er die Realität des Raumes insofern die Dinge zu unserer Wahrnehmung kommen und zugleich die Idealität des Raumes in Ansehung der Dinge an sich behauptete. Durch diese Wahl hat Kant den induktiven Weg verlassen und ist zu einem subjektiven Idealismus zurückgekommen, zu dessen Ueberwindung er den ersten Schritt gethan hatte.

Kant's Erkenntnisskritik ist die Basis, auf der die empirischen und die philosophischen Wissenschaften dieses Jahrhunderts ruhen. Die Empirie entnimmt für sich das realistische Moment, die positiven Ergebnisse seiner Kritik, die Philosophie knüpft an das idealistische Moment, die willkürliche Herleitung der Anschauungsformen aus dem denkenden Geist, an.

Die Grundansichten, welche in der Physiologie der Sinne der Hauptsache nach noch jetzt gültig sind, leiten ihren Ursprung unmittelbar aus der Kant'schen Philosophie her, die

einen meistens unbewussten Hauptbestandtheil unserer ganzen wissenschaftlichen Bildung und Denkrichtung ausmacht. Wie es aber einst in noch höherem Maasse dem Aristoteles begegnete, so hat auch hier die Empirie, die ein fertiges und abgeschlossenes Ganze als philosophische Grundlage nöthig hat, sich oft aus den Resultaten der Kant'schen Spekulation ein oberflächliches Schema genommen, in dem ihr tieferer Inhalt verloren ging.

Das Bedeutendste was die Physiologie der Sinne in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts hervorgebracht hat ist Johannes Müller's denkwürdiges Werk „zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes“ [1]). Dieses Werk hat durch die Vereinigung einer Fülle wichtiger Entdeckungen auf anatomischem und physiologischem Gebiete mit umfassenden philosophischen Studien in der Physiologie Epoche gemacht, es hat einen neuen von einem einheitlichen Prinzip ausgehenden Standpunkt in der Theorie der Gesichtswahrnehmung begründet, einen Standpunkt, der noch heute in seinen Grundzügen der fast allgemein angenommene ist.

Der oberste Satz, von dem Müller ausgeht, ist der, „dass die Energieen des Lichten, des Dunkeln, des Farbigen nicht den äusseren Dingen, den Ursachen der Erregung, sondern der Sehsinnsubstanz selbst immanent sind, dass die Sehsinnsubstanz nicht afficirt werden könne, ohne in ihren eingeborenen Energien des Lichten, Dunkeln, Farbigen thätig zu sein; dass das Lichte, das Schattige und die Farben nicht dem Sinn als etwas fertiges Aeusserliches existiren, von welchem berührt der Sinn nur die Empfindung desselben habe, sondern das die Sehsinnsubstanz von jedwedem Reiz, welcherlei Art er immerhin sei, aus ihrer Ruhe zur Affektion bewegt, diese ihre Affektion in den Energieen des Lichten, Dunkeln, Farbigen sich selbst zur Empfindung bringe.“ — „Die Wesen der äusseren Dinge und dessen, was wir äusseres Licht nennen, kennen wir nicht, wir kennen nur die Wesenheiten unserer Sinne; und von den äusseren Dingen wissen wir nur, in wiefern sie auf uns in unseren Energien wirken.“

Dieser Standpunkt war gegenüber dem ursprünglichen Objektivismus der Physiker, der die sinnlichen Eigenschaften geradezu als Eigenschaften der die Sinne erregenden Gegenstände betrachtete, ein gewaltiger Fortschritt, aber in der wei-

---

[1]) J. Müller, zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes des Menschen und der Thiere. Leipzig, 1826.

teren Durchführung, die ihm Müller und seine Nachfolger gegeben haben, nehmen diese ebenso einseitig auf die sensuale wie jene auf die objektive Seite Rücksicht, so entstand das Bestreben, das Sehen lediglich aus den anatomischen und physiologischen Eigenschaften des Auges abzuleiten.

Da wir ursprünglich durch den Sinn von nichts als von uns selber wissen können, so empfindet nach Müller das Individuum in den Anfängen der Sensibilität nur sich selbst räumlich ausgedehnt. Wenn Jemand, ohne eine andere Sinnesempfindung gehabt zu haben, zu sehen anfinge, so würde er nicht anders können, „als sich mit seinen Gesichtserscheinungen samt und sonders identisch zu setzen. Wenn er aber fortführe durch einen Wechsel derselben afficirt zu werden, so würde er zunächst seinen eigenen Körper kennen lernen als ein bei allem Wechsel der andern Sinneserscheinungen Bleibendes.“ Auf diese Weise entsteht erst während des Lebens, erst durch Erfahrung die Unterscheidung einer Aussenwelt von unserem eigenen Körper, einer Unterscheidung, die noch überdies durch das gleichzeitige Zusammenwirken der verschiedenen Sinne begünstigt wird.

Diese Annahme einer allmäligen Entstehung des objektiven Bewustseins wurde übrigens nicht von allen Physiologen getheilt, sondern Mehrere, wie Tourtual[1]), Volkmann[2]), waren der Ansicht, dass der Gesichtssinn unmittelbar seine Empfindungen nach Aussen versetze.

Die Sinnesenergieen des Auges sind Licht und Farben, beide können nicht abgetrennt von der Empfindung, nicht als ein an den äusseren Körpern Haftendes vorgestellt werden; Müller bekennt sich deshalb zur Göthe'schen Farbenlehre, und hält jede andere Theorie, die sich wie die Newton'sche auf eine hypothetische Eigenschaft des Lichtes an sich gründet, für eine verfehlte. Auch die Finsterniss, das Schwarze ist ihm eine positive Empfindung. „Das gesunde durch keinen Einfluss gereizte Sehorgan sieht bei geschlossenen Augenliedern sich in seinem ganzen Umfange finster, aber auch nur in seinem eigenen Umfange. (Es fällt uns nicht ein, die Dinge, die hinter uns gelegen sind, selbst bei geschlossenen Augen dunkel uns vorzustellen.) Ist die Empfindung überhaupt negirt, ist das Organ gelähmt, so hört auch die sinnliche Anschauung der eigenen Ruhe als Dunkel auf. Negation des Reizes bedingt

---

[1]) Die Sinne des Menschen, Münster 1827.

[2]) Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes, Leipzig 1836.

nicht Negation der Empfindung. Aber Negation der Empfindung negirt auch das sinnlich Dunkle.“

Die räumliche Ausbreitung und das Lageverhältniss der äusseren Gegenstände können wir somit nur wahrnehmen, indem wir unsere eigene Netzhaut und das Lageverhältniss ihrer einzelnen Punkte räumlich empfinden. Da die Netzhaut sich flächenhaft ausbreitet, so enthalten die Bilder der Objekte auf ihr gleichfalls nur zwei Dimensionen, aber dieser Nachtheil, der dem Gesichtssinn im Vergleich zum Gefühlssinne zukommt, wird durch die eigene Bewegung des Körpers, vermittelst welcher wir successiv von verschiedenen Standpunkten aus einen Gegenstand anschauen können, wieder ausgeglichen; beim Gesichtssinn entsteht also die Anschauung der dritten Dimension erst durch ein Urtheil, Müller nennt sie daher eine Vorstellung, während er die Flächenanschauung als Empfindung bezeichnet.

Durch seinen obersten Grundsatz der eigenen räumlichen Empfindung unserer Netzhaut wird Müller folgerichtig zu dem Schlusse geführt, dass es für unser Auge und seine Objekte eine absolute physiologische Grösse geben müsse, und dass alle Grössenmaasse der Physiker nur scheinbare seien. Die absolute Grösse des empfindenden Theils unserer Netzhaut ist uns gegeben in der Ausdehnung unseres Sehfeldes, die absolute Grösse eines Objektes ist aber diejenige, die wir empfinden, wenn dasselbe in unmittelbarer Berührung mit unserer Netzhaut ist. Dieser Fall ist nur verwirklicht bei der entoptischen Wahrnehmung des Gefässgeflechtes der Aderhaut und der Eintrittsstelle des Sehnerven. — Auch diese Ansicht wurde nicht von allen Physiologen getheilt. So machte Volkmann (a. a. O.), von seinem Standpunkte aus, wornach die Netzhaut unmittelbar ihre Empfindungen nach aussen versetzt, ebenso folgerichtig, die Annahme, die Netzhaut schätze die Grösse der Objekte, indem die Grösse der letzten ihr wahrnehmbaren Distanz ihre Maasseinheit sei.

Das Problem des Aufrechtsehens löst Müller, indem er bemerkt, dass alle unsere Empfindung von dem Lageverhältniss der Gegenstände nur eine relative ist, und dass, wenn man Alles verkehrt sieht, auch die Ordnung der Gegenstände in keiner Weise gestört wird. — Was endlich das Einfachsehen mit beiden Augen betrifft, so weist Müller zum ersten Mal aus dem genaueren Studium der Doppelbilder und der Druckfiguren nach, dass bestimmte Stellen in beiden Augen sich in der Weise entsprechen, dass Eindrücke, die sie treffen, auf einen und denselben Ort bezogen werden. Dies erklärt

er anatomisch aus dem Chiasma der Sehnerven, in welchem aus physiologischen Gründen eine derartige Kreuzung stattfinden müsse, dass von je einer sich hier theilenden Nervenfaser die identischen Stellen beider Netzhäute versorgt werden, so dass also je zwei identische Stellen nur als ein Raumtheilchen im Sensorium repräsentirt sind. Diese Lehre von den identischen Netzhautstellen, sowie das sich an dieselbe anschliessende Ergebniss, dass mit einer bestimmten Convergenz der Sehaxen stets ein angemessener Accomodationszustand verbunden ist, bilden die wichtigsten Resultate der Müller'schen Untersuchungen.

Mehrere der von Müller in seiner einseitig physiologischen Theorie des Sehens aufgestellten Sätze (wie über die entoptischen Erscheinungen als absolute Grössen, das Schwarze als positive Empfindung, die Annahme der Göthe'schen Farbenlehre) wurden später beseitigt, zum Theil von ihm selber im Handbuch der Physiologie gemildert, aber der Hauptsatz der Müller'schen Theorie: die Flächenanschauung ist eine Empfindung, die Wahrnehmung der Tiefendimensionen dagegen eine durch Urtheile gebildete Vorstellung, ist bis jetzt in der Physiologie der allgemein angenommene und die Untersuchungen bestimmende geblieben, obgleich dieses Gebiet seitdem durch eine grosse Menge neuer Thatsachen bereichert wurde, und obgleich jener Satz sogar einzelnen dieser Thatsachen nicht mehr zu genügen schien. Es hat daher vor Allem die Untersuchung der Wahrnehmung von Entfernungen nach der Tiefe des Raumes und der Körperwahrnehmung sich erweitert, so dass die diesen Wahrnehmungen zu Grunde liegenden physischen und psychischen Vorgänge vielleicht fast vollständig zergliedert und ermittelt sind. Im Ganzen nimmt jedoch die Theorie der Gesichtswahrnehmungen, der Müller's und seiner nächsten Nachfolger Arbeiten noch hauptsächlich gewidmet sind, in den Untersuchungen der Jetztzeit nur ein untergeordnetes Interesse in Anspruch. Die heutige physiologische Optik muss ihre Hauptaufgabe sehen in der Anbahnung einer Theorie der Gesichts*empfindungen*; dies aber ist, wie mir scheint, nicht zu verkennen, dass die Analyse des Empfindungsvorganges die Zergliederung der Wahrnehmung nicht bloss an physiologischer Wichtigkeit um so Vieles übertrifft als sie schwieriger ist, sondern dass sie selbst als eines der höchsten Ziele betrachtet werden muss, das überhaupt die physiologische Untersuchung sich setzen kann. Es liegt unserm Zwecke zu fern und wäre bis jetzt auch kaum möglich, hier näher nachzuweisen, inwieweit durch die Fortschritte,

welche die physiologische Optik und die physikalische Untersuchung der Empfindungsnerven in den letzten Jahren gemacht hat, wir uns jenem Ziele genähert haben mögen; die Arbeiten, die erwähnt werden müssten, sind überdies noch zu neu und zum Theil zu wenig abgeschlossen, als dass sie schon als der Geschichte angehörig hier verzeichnet werden dürften. —

5. Kant's philosophische Nachfolger.

Die Philosophie, die unmittelbar an Kant sich anschliesst, hat in der Theorie der Sinneswahrnehmung keinen Fortschritt herbeigeführt, sie hat nicht einmal wesentlich neue Gesichtspunkte aufgestellt, sondern sie ist nur eine Weiterentwicklung des schon in Kant gelegenen idealistischen Momentes nach verschiedenen Richtungen.

So nennt Fichte[1]) die äussere Wahrnehmung zusammengesetzt aus einer qualitativen Affection des äussern Sinnes, wie z. B. der Farbe, und aus der Ausdehnung im Raume. Die erstere ist eine Beschränkung des Sinnes, d. h. des Anschauenden in bestimmter Weise, die letztere ist, da das Ausgedehnte unmittelbar als ein unendlich Theilbares angeschaut wird, ohne dass eine solche Theilung in Wirklichkeit nicht vollzogen werden kann, offenbar nichts Anderes als die Sichanschauung des Anschauenden in seinem Vermögen der Unendlichkeit, also gleichfalls eine Selbstbeschränkung. Die Empfindung besteht somit darin, dass auf die Thätigkeit des Ich ein Anstoss geschieht, der dieselbe in sich reflektirt, und was wir Gegenstände nennen ist nichts anderes als die verschiedenen Brechungen der Thätigkeit des Ich an einem Anstoss, der nicht von einem unerklärlichen „Ding an sich" kommt, sondern in dem Ich selbst schon gelegen ist.

An diesen Standpunkt knüpft Schelling[2]) an und führt ihn weiter zum objektiven Idealismus. Schelling sagt: Wenn unser ganzes Wissen, wie manche Philosophen glauben, auf Begriffen beruhte, so wäre keine Möglichkeit da, uns von irgend einer Realität zu überzeugen. Nichts ist für uns wirklich als was uns unmittelbar gegeben ist, nichts aber

---

[1]) J. G. Fichte, die Thatsachen des Bewusstseins. Sämmtliche Werke, Bd. II. S. 541.

[2]) Ideen zu einer Philosophie der Natur. Landshut 1833.

gelangt unmittelbar zu uns anders, als durch die Anschauung. Was ist Anschauung? Der Anschauung muss ein äusserer Eindruck vorhergehen, der Eindruck muss auf eine ursprüngliche Thätigkeit in mir geschehen, und diese Thätigkeit muss auch nach dem Eindruck noch frei bleiben, um ihn zum Bewusstsein erheben zu können. Wenn man Alles auf Denken und Vorstellen zurückführt, so müsste die ganze Welt ein blosser Gedanke sein; dass etwas ist und unabhängig von mir, kann ich nur dadurch wissen, dass ich schlechterdings zu der Vorstellung genöthigt werde; wie kann ich aber diese Nöthigung fühlen, ohne das gleichzeitige Gefühl, dass ich in Ansehung alles Vorstellens ursprünglich frei sei, und dass Vorstellen nicht mein Wesen sei, sondern nur eine Modifikation meines Seins: nur einer freien Thätigkeit in mir gegenüber nimmt was frei auf mich wirkt die Eigenschaft der Wirklichkeit an, und umgekehrt wird die ursprüngliche Thätigkeit in mir erst am Objekt zum Denken, zum selbstbewussten Vorstellen. — Allem Denken und Vorstellen in uns geht also nothwendig voran eine ursprüngliche Thätigkeit, die, weil sie allem Denken vorangeht, insofern schlechthin unbestimmt und unbeschränkt ist. Erst, nachdem ein Entgegengesetztes da ist, wird sie beschränkte, desswegen bestimmte (denkbare) Thätigkeit. Wäre diese Thätigkeit ursprünglich beschränkt, so könnte der Geist niemals sich beschränkt fühlen, er fühlt seine Beschränktheit nur, insofern er zugleich seine ursprüngliche Unbeschränktheit fühlt. Als Bedingungen zur Anschauung haben wir also zwei einander widersprechende Thätigkeiten. — Woher nun jene entgegengesetzte beschränkende Thätigkeit? Die Objekte selbst können wir nur als Produkte von Kräften betrachten; auf unsern Geist vermag ferner nichts zu wirken, als er selber oder was seiner Natur verwandt ist, Kraft aber allein ist das Nichtsinnliche an den Objekten. Im Gemüth sind also vereinigt eine ursprünglich freie und eine auf sich selbst reflektirte Thätigkeit, welche letztere die Schranke der ersteren ist. Schranke ist aber Negation, und desshalb ist diese Thätigkeit eine begränzte und ihr Resultat ein Endliches. — Aus diesen Erörterungen folgt endlich, dass die Anschauung nicht das Niederste, sondern das Höchste für den Geist ist, dasjenige was eigentlich seine Geistigkeit ausmacht; denn ein Geist ist was aus dem ursprünglichen Streit seines Selbstbewusstseins eine objektive Welt zu schaffen vermag. Die ganze Wirklichkeit ist nichts anderes, als jener ursprüngliche Streit, „kein objektives Dasein ist möglich, ohne dass ein

Geist es erkenne, kein Geist, ohne dass eine Welt für ihn da sei."

Hegel's Theorie der Empfindung kann aus dem System getrennt nicht leicht vollständig verstanden werden, wir wollen jedoch versuchen, dieselbe im Umriss hier anzudeuten [1]). — Hegel entwickelt den Begriff der Empfindung dialektisch aus den sich entgegengesetzten Begriffen des Wachens und Schlafens. Der Schlaf ist der Zustand des Versunkenseins der Seele in ihre unterschiedslose Einheit, das Wachen dagegen der Zustand des Eingegangenseins der Seele in den Gegensatz gegen diese einfache Einheit. In dem sich stets wiederholenden Wechsel von Schlaf und Wachen streben diese Bestimmungen immerwährend nach ihrer konkreten Einheit hin, ohne dieselbe in jenen abstrakten Zuständen je zu erreireichen; zur Wirklichkeit kommt diese Einheit aber in der empfindenden Seele. Die empfindende Seele nämlich setzt das Mannigfaltige in ihre Innerlichkeit hinein, sie hebt also den Gegensatz des Fürsichseins (der Subjektivität) ihres wachen Zustandes und des substantiellen Ansichseins (der Unmittelbarkeit) ihres schlafenden Zustandes auf, jedoch nicht so, dass, wie beim Erwachen und Einschlafen, beide Zustände mit einander abwechseln, sondern so, dass die Unmittelbarkeit der Seele zu einer in jenem Fürsichsein enthaltenen Bestimmung wird. Indem wir erwachen, finden wir uns zunächst in einem ganz unbestimmten Unterschiedensein von der Aussenwelt überhaupt. Erst, wenn wir anfangen zu empfinden, wird dieser Unterschied zu einem bestimmten; während daher das Erwachen ein Urtheil der individuellen Seele genannt werden kann, ist in der Empfindung ein Schluss derselben vorhanden. — Der Gesichtssinn hat zu seinem Gegenstande das Licht und die in Folge der Trübung des Lichtes durch das Finstere erzeugte Farbe. Das Licht ist aber ein physisch-Ideelles, dessen Wesen nur in der Manifestation von Anderm besteht, und das daher auch als immaterielle Materie, als physikalisch gewordener Raum bezeichnet werden kann. Das eigentlich Materielle der Körperlichkeit geht uns dagegen beim Sehen noch nichts an; wir verhalten uns zu den Dingen gleichsam nur theoretisch, noch nicht praktisch, denn wir lassen dieselben beim Sehen ruhig als ein Seiendes bestehen und beziehen uns nur auf ihre ideelle Seite. Der Gesichtssinn wird desshalb von Hegel der Sinn der innerlichkeitslosen Idealität genannt.

---

[1]) Hegel's Encyklopädie, 3. Thl. (Philosophie des Geistes). S. 113 f. Vergl. a. Thl. 2. (Naturphilosophie). S. 129 u. f.

Die Spekulation hat seit Kant in der Theorie der äussern Erkenntniss, wie die obige Uebersicht zeigt, folgenden Gang genommen: zuerst ist ihr die Anschauung rein eine Thätigkeit des empfindenden Subjektes, eine Beschränkung, die dieses nur sich selbst setzen kann, weil nur das Gleiche auf das Gleiche zu wirken vermag; von diesem Subjektivismus wird sie unversehends zu einem höhern Standpunkt geführt, indem sie jenes Gleiche, durch welches die Thätigkeit des Subjekts beschränkt wird, nicht mehr im Subjekt selber, sondern in den Gegenständen erkennt, und daher die Anschauung als zwei in der ursprünglichen Identität des denkenden Geistes und der Aussenwelt geschehende entgegengesetzte Thätigkeiten bestimmt; bis sie zuletzt, auch von dieser Auffassung unbefriedigt, in der Empfindung jenen Akt sieht, in welchem das von dem Objektiven sich unterscheidende und das mit ihm zusammenfallende Ich sich in ihrer Einheit begegnen, und damit hat diese Richtung der Spekulation einen Standpunkt erreicht, von dem aus ein prinzipieller Fortschritt nicht mehr möglich erscheint.

Eine Kritik der in diesem Gang der Spekulation sich entwickelnden Ansichten über das Wesen der äussern Anschauung würde uns an diesem Orte zu weit führen, da dieselben allzu innig mit den entsprechenden philosophischen Systemen im Ganzen zusammenhängen. Wir glauben aber, es dürfte unsere nur fragmentarische Uebersicht schon einigermaassen geeignet sein, ein Vorurtheil zu widerlegen, das gegenwärtig noch vielfach verbreitet zu sein scheint, das Vorurtheil, als wenn jene Richtung der Spekulation eine rein willkührliche Verirrung sei, die nur aus dem Gehirn einzelner Denker ihren Ursprung genommen habe. Uns scheint im Gegentheil speciell mit Rücksicht auf unsern Gegenstand die Entwicklung, welche die Philosophie unter den Nachfolgern Kant's genommen hat, so sehr dieselbe im Einzelnen auf verderbliche Irrgänge gerathen sein mag, im Ganzen eine geschichtlich berechtigte, ja nothwendige zu sein. Kant hatte durch seine Erkenntnisskritik zwei entgegengesetzte Wege eröffnet, welche die Forschung einschlagen konnte und musste. Kant selber hatte auf dem einen Weg, den seine bisher betrachteten Nachfolger zu Ende führten, den ersten Schritt gethan durch seine Annahme einer Idealität der Anschauungsformen; den zweiten Weg hat Herbart betreten, indem er die Realität der Anschauungsformen vertheidigte und zu beweisen suchte.

Während die idealistische Schule Empfindung und Wahrnehmung nothwendig mit einander konfundirte, werden beide Akte von Herbart wieder streng geschieden[1]). Die Empfindung ist etwas rein Intensives, während die Wahrnehmung die Vorstellung eines Objektes gegenüber andern Objekten und dem Subjekte voraussetzt und desshalb nicht bloss die Sinnlichkeit, sondern nahezu alle Seelenvermögen beschäftigt; die Wahrnehmung ist daher nicht wie die Empfindung etwas Ursprüngliches, sondern sie wird gelernt und durchläuft verschiedene Stufen der Ausbildung. Diejenige Wahrnehmungsform, in welche die Farbenempfindungen des Auges gebracht werden, ist der Raum. Der Raum ist nicht etwas a priori in unserer Anschauung Vorhandenes, sondern er muss von uns aus der Empfindung rekonstruirt werden. Die Art dieser Rekonstruktion leitet Herbart aus seiner metaphysischen Hypothese der Einheit der Seele ab. Jede Stelle der Netzhaut unseres Auges liefert eine gesonderte Empfindung, trotzdem kann die ursprüngliche Auffassung des Auges keine räumliche sein, ebenso sieht das ruhende Auge kein Ausgedehntes, denn die Wahrnehmungen aller farbigen Stellen fallen in die Einheit der Seele zusammen. Aber beim Sehen ist das Auge in Bewegung; es verrückt den Mittelpunkt seiner Gesichtsfläche; hiermit ist unaufhörlich eine zahllose Menge von einander durchkreuzenden Reproduktionen verbunden: auf dieser Succession des Vorstellens und auf den mit ihr verbundenen Reproduktionen beruht die Vorstellung des Räumlichen. Man nehme z. B. an, das Auge bewege sich hin und her über eine bunte Fläche, so erzeugt sich durch jede Bewegung vorwärts eine Menge von Reproduktionsgesetzen, die bei jeder Bewegung rückwärts wegen des erneuerten Anblicks des früher Gesehenen wirksam werden. Dabei hat die Vorstellung von dem, was in der Mitte des Gesichtsfeldes liegt, immer die grösste Stärke, und diese hemmt die Vorstellungen seitlicher Punkte, so dass von denselben nur gewisse Reste vorhanden bleiben. Das räumliche Vorstellen beruht somit auf einer abgestuften Verschmelzung einer Vorstellung mit einer Reihe anderer Vorstellungen, und zwar entsteht es durch einen solchen Vorstellungsverlauf, dass die Wahrnehmung die ganze Reihe auch verkehrt durchlaufen, niemals aber einzelne Glieder derselben versetzen kann, während z. B. in der Zeitreihe nicht nur keine Versetzung, sondern auch bloss eine

[1]) Lehrbuch zur Psychologie, Th. II. Kap. 3, und Psychologie als Wissenschaft, Thl. II, 1. Abschn. Kap. 3.

Richtung des Vorstellungsverlaufes möglich ist. Herbart führt somit streng genommen alles räumliche Vorstellen auf ein zeitliches Vorstellen zurück, da es uns aber scheint, als ob räumliche Anschauungen ganz simultan und von allem Zeitverlauf frei wären, so nimmt er an, dass die Succession des Vorstellens, auf welcher dieselben beruhen, nur einer unmerklich kleinen Dauer bedürfe.

Das grosse physiologische Verdienst Herbart's besteht darin, dass er, von der nichts erklärenden Hypothese ursprünglicher Anschauungsformen unbefriedigt, in diesen Betrachtungen den ersten Anlauf genommen hat zu einer wirklichen Erklärung der Entstehung des Sehfeldes, und dies ist auch das Hauptziel derjenigen psychologischen Forscher, die an Herbart sich anschliessen.

Waitz[1]) leitet die Entstehung des Sehfeldes aus demselben Prinzip ab, aus dem er die Raumwahrnehmungen der Haut erklärt (s. Abhdlg. I, 1). In einem einfarbigen Raum von Jugend an eingeschlossen würden wir niemals Raumvorstellungen erzeugen können. Treten aber statt der einen zwei Farben im Gesichtsfelde auf, so muss zunächst eine verworrene Auffassung beider stattfinden, jedoch so, dass der stärkere von beiden Reizen verhältnissmässig weniger leidet als der schwächere, es wird also im Ganzen eine ungenaue Wahrnehmung der lebhafteren Farbe entstehen, der zugleich der Mittelpunkt des Auges zugewendet wird. Nach dem bekannten physiologischen Gesetz der abnehmenden Empfänglichkeit des Sehnerven für eine und dieselbe Farbe wird aber nach einiger Zeit der bisherige schwächere Reiz, der die seitlichen Stellen der Netzhaut traf, den Sehnerven stärker ansprechen, und es wird nun diesem der Mittelpunkt des Auges zugekehrt. So werden beide Wahrnehmungen fortfahren abzuwechseln und sich gegenseitig zu stören, bis sie endlich, wenn jede derselben für sich eine consolidirte Macht in der Seele geworden ist, in ein räumliches Nebeneinander übergehen. Ebenso wird es fortgehen, wenn noch mehr Farben gleichzeitig im Gesichtsfeld erscheinen. — Denken wir uns nun einem in Farbenunterschieden schon geübten Auge eine einfarbige Fläche gegenübertreten, so wird nun auch hier die Vorstellung nicht mehr rein intensiv bleiben. Vermöge der Construktion des Auges wird nur derjenige Punkt, dessen Bild auf den Mittelpunkt der Netzhaut fällt, vollkommen scharf gesehen, alle übrigen werden minder genau auf-

---

[1]) Lehrbuch der Psychologie, §. 20—27.

gefasst. Es sind also, auch wenn die Empfindungsreize objektiv genommen gleich sind, doch die Empfindungen selbst verschieden an Genauigkeit (hierin unterschiede sich nach Waitz das Auge von dem Tastorgan). Diese Verschiedenheit der Empfindlichkeit führt für das geübtere Auge eine Verschiedenheit der Auffassung herbei, die nicht unbemerkt bleiben kann; das vollkommen scharf Aufgefasste kann nicht mehr verschmelzen mit dem nur undeutlich und unbestimmt Gesehenen, es muss daher auch das gleich Gefärbte allmälig auseinander treten zu einer räumlichen Verbreitung.

Lotze[1]) glaubt, dass, wenn verschiedene Punkte der Netzhaut von verschiedenfarbigen Lichtstrahlen getroffen werden, in dieser qualitativen Differenz der Erregungen für die Seele noch kein Grund liege, auch ihre Empfindungen räumlich auseinanderzusetzen, und noch viel weniger werde dies der Fall sein können, wenn die Netzhautstellen von vollkommen gleich gefärbtem Licht getroffen werden. So wenig ein Ton als Empfindungspunkt erscheint, so wenig kann es an sich die Farbenempfindung, sondern es bedarf dazu nothwendig für die Seele besonderer Motive. Diese Motive können nur darin liegen, dass ein gegliedertes System von lokalen Nebenbestimmungen, Lokalzeichen, die das räumliche Auseinandertreten der Empfindungen veranlassen, an die Affektion der einzelnen Netzhautstellen sich knüpft. — Die Herstellung dieser Lokalzeichen denkt sich Lotze beim Auge bewirkt durch ein System von Bewegungen oder vielmehr von Bewegungsanregungen, die nach der Art des Reflexes geschehen sollen. Bekanntlich pflegt die Abbildung eines glänzenden Punktes auf einem der seitlichen Theile der Netzhaut sofort eine Bewegung des Auges hervorzubringen, durch welche sein Bild auf die Stelle des deutlichsten Sehens gebracht wird. Findet nun in dem Fall, wo die Helligkeit dieses Bildes sehr überwiegt, eine wirkliche Bewegung statt, so können wir weiter voraussetzen, dass auch da, wo ein solches Ueberwiegen eines einzelnen Eindrucks nicht stattfindet, doch jede Erregung wenigstens einen Bewegungs*trieb* ausübt. Dieser Trieb wird zunächst nur darauf gerichtet sein, automatisch die der Stelle des Eindrucks entsprechende Bewegung hervorzurufen, zugleich aber wird er eine Veränderung in dem Zustand der Seele bewirken, wodurch dieselbe, obgleich sich in ihr jene Veränderung nicht zur bewussten Vorstellung erhebt, zur räumlichen Lokalisation der farbigen Punkte gezwungen wird. —

[1]) Medicinische Psychologie, §. 30 und 31.

Diese Hypothese über die Entstehung der räumlichen Gesichtswahrnehmungen leitet L o t z e zu einer in der Hauptsache sehr wahrscheinlichen Ansicht über die Ursache des Aufrechtsehens. Es ist nämlich klar, dass das Bild eines leuchtenden Punktes auf einem untern Netzhautpunkt ein Drehungsbestreben des Auges nach Oben, hingegen das Bild auf einem obern Netzhautpunkte ein Drehungsbestreben nach Unten erzeugen muss; dem ersten entspricht aber ein Punkt, der für den Tastsinn im Objekt nach Oben gelegen ist, dem zweiten ein im Objekt nach Unten gelegener Punkt. Soll also das durch das Auge gewonnene Gesammtbild mit den Raumvorstellungen des Tastsinns zusammenstimmen, so ist bei unserer Augenorganisation die verkehrte Lage des Netzhautbildes n o t h w e n d i g.

W a i t z und L o t z e stehen sich in der Erklärung der Entstehung des Sehfeldes darin gegenüber, dass der Eine auf das s e n s i b l e, der Andere auf das m o t o r i s c h e Moment den Hauptwerth legt. So theilen sich beide Denker in die genaueren Entwicklungen dieser zwei von H e r b a r t aufgestellten Momente. Obgleich nun jene Entwickelungen im Einzelnen von vielem Verdienst sind, so konnten sie doch zu einem Abschluss dieses Gegenstandes nicht führen, weil sie sich einseitig beschränkten. Es ist sehr zweifelhaft, ob eine Ableitung der räumlichen Gesichtsanschauungen aus den Qualitäten der Netzhautempfindung oder den Bewegungen des Auges für sich überhaupt möglich ist; aber gesetzt auch es wäre dies, so würde doch die Erfahrung, der hier allein die letzte Entscheidung zusteht, ihre Einsprache dagegen erheben müssen, denn sie weist nach, dass sowohl auf den ausgebildeten Sinn als auf die Entwicklung der Gesichtswahrnehmungen, insoweit dieselbe der Beobachtung zugänglich ist, beide Momente gleichzeitig einen Einfluss ausüben.

Geröstete Maulwürfe als Geheimmittel gegen Epilepsie.

Ein medicinisches Curiosum der Gegenwart.

Von

Prof. Dr. **C. Schmidt** in Dorpat.

Unter dem Titel: „Poudre antiépileptique préparée d'après la formule de Mr. le Comte Duplessix-Parscau, par le Poix, Pharmacien à Brest" wird von Brest ein gröbliches Pulver von der Farbe und dem Aussehen gemahlenen gebrannten Kafes und dem widrigen Geruche versengender Thierstoffe versandt, von dem mir eine Probe, durch einen befreundeten Reisenden dem versiegelten Originalpakete entnommen, aus Paris mitgebracht wurde. Dass dasselbe bereits mehrfache Anwendung in der ärztlichen Praxis gefunden, mag folgender wörtliche Abdruck aus einem Compendium der neuern Materia medica beweisen. In

Dr. M. Aschenbrenner, Die neueren Arzneimittel und Arzneibereitungsformen, bevorwortet von Dr. A. Siebert. 3. Auflage. Erlangen 1851; heisst es p. 258:

„No. 422 Pulvis antiepilepticus Comitis Duplessix-Parscau.

(Poudre antiépileptique préparée d'après la formule de Mr. le Comte Duplessix-Parscau, par le Poix, Pharmacien, à Brest.)

Die bisher mit diesem von Brest aus in den Handel gebrachten Geheimmittel angestellten chemischen Untersuchungen haben zu keinem Resultate geführt.

Ein braunes, leichtes, mit feinen wolligen Fasern gemischtes, in Wasser grösstentheils unlösliches Pulver, von leberthranähnlichem Geruch.

Dieses nur nach empirischen Resultaten zu beurtheilende Geheimmittel hat sich zufolge der von hiesigen Aerzten und im hiesigen (Münchner) Krankenhause damit angestellten Versuche als sehr wirksames Antiepilepticum erwiesen.

G a b e: Während der drei ersten und drei letzten Tage jeder Neu- und Vollmondszeit 1 Drachme jeden Morgen nüchtern in einem Spitzglase weissen Weines."

Dies Pulver ist in Wasser fast unlöslich; Alkohol und Aether entziehen demselben bräunliches Fett, concentrirte heisse Kalilauge löst es grösstentheils unter Hinterlassung etwas gröblichen weissen aus phosphorsaurem Kalk, Eisenoxyd und Quarzsand bestehenden crystallinischen Pulvers. Beim Lösen entwickelt sich der charakteristische penetrante Geruch mit Kalilauge erwärmter Albuminate neben Ammoniak. Unter dem Mikroskope sieht man, namentlich bei Behandlung mit warmer 10 procentiger Kalilösung, sehr schöne zahlreiche Haare von der charakteristischen Zeichnung der Maulwurfshaare, deren scheinbar graue Färbung wie bei den Mäusen u. A. bekanntlich durch den Wechsel mosaikartig aneinandergereihter schwarzer und weisser fast quadratischer Felder hervorgebracht wird. Daneben erscheinen zahlreiche Muskelbündel mit trefflich hervortretender Querstreifung, bräunliche Fetttropfen und Knochenfragmente. Beim Erhitzen bläht das Pulver sich stark auf, schmilzt unter dem Geruche verkohlender Albuminate und hinterlässt schliesslich ca. 15 Procent stark alkalischer, gelblicher, aus phosphorsaurem Kalk, etwas phosphorsaurem Kali und Natron, Eisenoxyd, Chlornatrium und offenbar als Staub eingemengtem Quarzsande bestehender Asche.

Dies Specificum, mit Haut und Haaren geröstete und zermahlene Maulwürfe, reiht sich demnach den gebratenen Schuhsohlen, Kröten, Eidechsen etc. des Mittelalters in ebenbürtiger Weise an, und bildet einen seltsamen Contrast zu den rationellen medicinischen Bestrebungen des neunzehnten Jahrhunderts.*)

---

*) Nach einer Mittheilung des Herrn Prof. H. E. Richter wird ein Pulver aus verbrannten Krähen, unter dem Namen Roller'sches Pulver, in Sachsen sehr häufig als Specificum gegen Epilepsie gebraucht und aus einer Krankenanstalt in der Niederlösnitz bei Dresden (früher aus der Dresdner Diakonissenanstalt) bezogen.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung.

Von

Dr. Wilhelm Wundt.

Dritte Abhandlung.

Ueber das Sehen mit einem Auge.

---

1. Ueber den Einfluss der Accomodation auf die räumliche Tiefenwahrnehmung.

Der Hauptpunkt, in welchem das Sehen mit einem Auge sich von dem gewöhnlichen binokularen Sehen unterscheidet, ist die unvollständigere Wahrnehmung der Entfernungen nach der Tiefe des Raumes. Sehen wir nämlich ab von den unwesentlicheren, das Urtheil mehr nur unterstützenden Momenten der Perspektive, wie Schattirung, Deutlichkeit und Grösse der Gegenstände, die natürlich in beiden Fällen die gleichen sind, so ist beim monokularen Sehen in der Empfindung selber keine Andeutung einer dritten Dimension enthalten, denn im Netzhautbild ist der gesehene Gegenstand projicirt auf eine einzige Fläche; erst dadurch dass uns zwei verschiedene Projektionen eines und desselben Gegenstandes zur Perception kommen, wie dies beim binokularen Sehen der Fall ist, wird schon in die unmittelbare Empfindung etwas gelegt, was nur auf eine Ausdehnung nach der Tiefe des Raumes bezogen werden kann. Von dieser wesentlichen Verschiedenheit je nach dem Sehen mit einem oder mit beiden Augen kann man sich durch blosses Schliessen des einen Auges schon überzeugen: man bemerkt alsbald, dass das Relief erhabener Figuren verschwindet, und zugleich scheinen entferntere Gegenstände näher zu rücken.

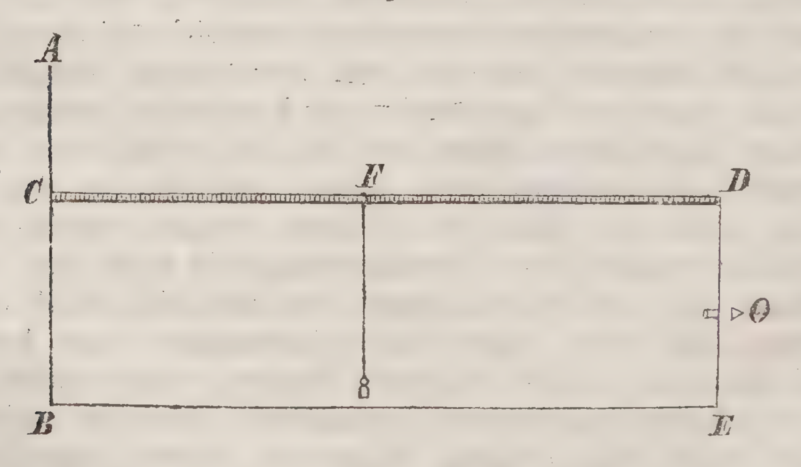
Aber auch beim blossen Sehen mit einem Auge können wir Entfernungsvorstellungen nach der dritten Dimension des Raumes erhalten, nur sind diese meistens nicht, wie beim binokularen Sehen, unmittelbar mit jeder Wahrnehmung gegeben, sondern sie müssen erst aus einer Reihe aufeinander-

folgender Wahrnehmungen entwickelt werden: was dort innerhalb gewisser Grenzen momentan geschieht, das bedarf hier einer zeitlichen Aufeinanderfolge. Es erhebt sich nun die Frage: wie kommt diese Succession der Wahrnehmungen, aus der wir beim monokularen Sehen die Vorstellung der dritten Dimension erhalten und die Schätzung von Entfernungen in derselben vornehmen, zu Stande, und auf welche Weise ist jene Vorstellung und Schätzung mit derselben verknüpft?

Zunächst lässt sich denken, dass eine successive Accomodation des Auges für verschiedene Entfernungen unserm deutlichen Sehen nach einander verschiedene Gegenstände, die in einer und derselben Richtung liegen, wahrnehmbar machen wird, und dass wir vielleicht die Vorstellung der Ausdehnung dieser Richtung sowie die quantitative Schätzung in derselben unmittelbar den Muskelgefühlen des Accomodationsapparates entnehmen, die mit solchen successiven Anpassungen verbunden sind. In der That pflegt man der Accomodation eine derartige Nebenwirkung zuzuschreiben, ohne dass bis jetzt durch Versuche ermittelt wäre, ob und inwiefern man hierzu berechtigt ist. Mit dieser Ermittelung wird sich daher unsere Untersuchung zuerst beschäftigen.

Um den Einfluss der Accomodation für sich beobachten zu können, war es nur nothwendig, alle andern Einflüsse, die etwa bei der Entfernungsbestimmung mitwirken können, auszuschliessen. Dies erreichte ich durch eine Versuchsanordnung, die in Fig. 1. schematisch dargestellt ist.

Fig. 1.



Die Versuchsperson sass hinter der Wand DE, so dass sie nur mit dem einen Auge bei O durch eine innen geschwärzte Röhre von $^1/_2$ Centim. Länge nach einer weissen Fläche AB blicken konnte. Zwischen AB und DE befand sich eine Skale

CD, an der die Objekte, deren Entfernung geschätzt werden sollte, verschoben wurden; als solche dienten in den meisten Versuchen schwarze Fäden, die unten mit einem geeigneten Gewichte belastet waren. — Zu einer ersten Reihe von Versuchen wurde ein einziger Faden F benutzt. Die Versuchsperson blickte zuerst durch die Röhre nach dem Faden, dann sah sie, während derselbe an der Skale verschoben wurde, zur Seite und blickte hierauf wieder hinein, um die Entfernungsänderung desselben zu bestimmen. So fortfahrend wurde in den verschiedensten Distanzen des Fadens vom Auge die Grenze der Verschiebung bestimmt, bei der noch eine Annäherung oder eine Entfernung wahrgenommen werden konnte. Bei dieser ersten Versuchsreihe musste somit je eine Distanz des Fadens mit einer andern aus dem Gedächtnisse verglichen werden; es war desshalb, um eine solche Vergleichung in hinreichender und unveränderlicher Schärfe zu ermöglichen, nothwendig, dass erstens die Pause zwischen je zwei zu einander gehörigen Sehversuchen nur eine kurze Zeit beanspruchte, und dass zweitens diese Pause in den verschiedenen Versuchen immer die gleiche war.

Man überzeugt sich bei diesen Versuchen sogleich, dass es in denselben durchaus unmöglich ist, über eine absolute Entfernung irgend etwas auszusagen. Vor Allem erscheint die weisse Fläche, auf die man blickt, in gänzlich unbestimmter Weite, man weiss nicht, ob sie dicht vor der geschwärzten Röhre oder in mehr oder minder grosser Ferne sich befindet. Ist nun zwischen der weissen Fläche und dem Auge ein schwarzer Faden aufgehängt, so lässt sich auch über dessen Entfernung — wenn man nicht etwa seine Dicke vorher kennt — nicht das Geringste bestimmen: er erscheint als ein schwarzer Strich, der auf der weissen Fläche gezogen ist. Nur wenn der Faden sich sehr weit oder sehr nahe dem Auge befindet, lässt sich dies erkennen; in beiden Fällen wird dies aber nur aus dem Unvermögen, denselben deutlich zu sehen, geschlossen. Desshalb kommt es manchmal vor, dass ein Faden, der sehr nahe ist, für sehr ferne gehalten wird. Uebrigens ist eine solche Verwechslung selten; bei weitem in der Mehrzahl der Fälle wird mit Sicherheit unterschieden, ob das Objekt wegen allzu grosser Nähe oder wegen allzu grosser Ferne undeutlich erscheine.

Verschiebt man jedoch in der oben angegebenen Weise den Faden, so zeigt es sich, dass, trotzdem sonach über die absolute Entfernung desselben nichts ausgesagt werden kann, doch eine Bestimmung seiner relativen Entfernung vom Auge

möglich ist. Es lässt sich nämlich leicht aus dem Gedächtnisse angeben, ob der Faden im Vergleich zu seiner unmittelbar vorhergegangenen Lage näher oder weiter gerückt sei, ja man hat sogar ein Urtheil über den grössern oder kleinern Grad dieser Verrückung. Aber auch dieses Urtheil ist nur ein relatives und kein absolutes; wird man nämlich aufgefordert, die wirkliche Grösse dieser Verrückung zu schätzen, so ist eine solche Schätzung entweder ganz unmöglich, oder, wenn man sich dazu zwingt, so fällt sie um ein sehr Erhebliches zu klein aus. Dasselbe ist der Fall, wenn man, nachdem man den Faden in verschiedenen Lagen beobachtet hat, glaubt über die absolute Entfernung desselben vom Auge ein Urtheil fällen zu können; ja man schätzt diese Entfernung selbst dann immer noch viel zu klein, wenn man die Dicke des Fadens schon kennt.

Doch selbst die relative Entfernungsschätzung ist nur möglich, wenn die Grösse der Verrückung eine gewisse Grenze überschreitet; bleibt sie unter derselben, so scheint der Faden seine Lage beibehalten zu haben. Diese Unterscheidungsgrenze der Bewegung ist bei verschiedenen Individuen wechselnd und von verschiedenen Umständen abhängig, hauptsächlich aber von der Entfernung, in der das Objekt sich vom Auge befindet. Es ergiebt sich in dieser Hinsicht ein erheblicher Unterschied, je nachdem das Objekt jenseit des Fernpunktes der Accomodation oder diesseits des Nahpunktes oder aber zwischen Fernpunkt und Nahpunkt befindlich ist. Dabei verstehen wir hier unter Fern- und Nahpunkt nicht jene Punkte, die der Deutlichkeit des Bildes auf der Netzhaut eine Grenze setzen, über die hinaus also nur mit Zerstreuungskreisen gesehen wird, sondern jene Punkte, die der Accomodationsbewegung eine Grenze setzen. Beides, Unmöglichkeit der Anpassung und Undeutlichwerden des Bildes, fällt für den Nahpunkt natürlich immer zusammen, für den Fernpunkt aber nur bei einem Auge, dessen Fernpunkt sehr nahe liegt, während bei Entfernungen über 60 Meter für ein normalsichtiges Auge die Zerstreuungskreise verschwindend klein werden und also der Fernpunkt der Deutlichkeit unendlich weit ist.

Jenseit des Fernpunktes wird nun die Schätzung der Entfernung lediglich bestimmt durch die Grösse der Gegenstände. Dies ergiebt sich theils aus der unmittelbaren Selbstprüfung des Beobachters, theils lässt es sich auch objektiv beweisen. Hängt man z. B. zuerst ein kleines und dann ein grosses schwarzes Quadrat jenseit des Fernpunktes an einer und derselben Stelle vor dem weissen Hintergrund auf, so

glaubt der Beobachter arglos, es sei beide Male ein und dasselbe Quadrat gewesen, dasselbe sei aber aus grosser Ferne in grössere Nähe gerückt; über die absolute Grösse und Entfernung des Quadrats kann er dabei gar nichts aussagen. Hängt man einen Faden jenseits des Fernpunktes auf und verschiebt denselben um verschiedene Entfernungen, so wird diese Verschiebung erst wahrgenommen, sobald dadurch der scheinbare Durchmesser des Fadens sich um ein Merkliches geändert hat. Darum ist die Grösse der nothwendigen Verschiebung abhängig vom Durchmesser des Fadens oder überhaupt des zu beurtheilenden Objektes: ein Objekt von grösserem Durchmesser muss eine beträchtlichere Verrückung erfahren, bis die scheinbare Aenderung seines Durchmessers merklich wird, als ein kleineres Objekt. Dabei ist es in allen Fällen gleichgültig, ob der Faden bei der Verschiebung genähert oder entfernt wird, beide Male ist die Unterscheidungsgrenze von gleicher Grösse: dies ist desshalb von Wichtigkeit, weil, wie wir sehen werden, hierin ein wesentlich unterscheidendes Merkmal liegt jener Entfernungsschätzungen, die aus der Grösse oder andern Eigenschaften der Gegenstände genommen sind, von jenen, die sich auf die Accomodationsbewegungen gründen.

Auch innerhalb der Accomodationsgrenzen ist die Grösse des Gegenstandes noch von Einfluss auf die Schätzung seiner Entfernung. Auch hier nämlich begegnet es zuweilen, dass zwei ungleiche Quadrate, wenn ihre Verschiedenheit nur gering ist, für gleich gross aber verschieden gehalten werden; ist ferner die Verschiedenheit der Quadrate erheblicher, so wird dieselbe immer erkannt, doch ist es in diesem Fall immer noch die Regel, dass das grössere Quadrat zugleich für näher gehalten wird. Ebenso ist es constant, dass, wenn man zwei Fäden von verschiedener Dicke in gleicher Entfernung vom Auge aufhängt, der dickere Faden näher zu sein scheint, und es muss derselbe um eine ziemliche Strecke von dem dünneren fortrücken, bis er wirklich ferner erscheint.

Immer jedoch ist innerhalb der Accomodationsgrenzen die scheinbare Grösse auf das Urtheil über die relative Lage zweier Gegenstände von untergeordnetem Einflusse; bei weitem überwiegend ist hier der Einfluss der Accomodationsbewegungen selber. Mit der Accomodation ist ein Gefühl im Auge verbunden, aus dem ein Schluss auf die Annäherung des beobachteten Gegenstandes gemacht wird. Dieses Accomodationsgefühl wird theils durch die aufmerksame Selbstbeobachtung wahrgenommen, theils lässt es sich sogar objektiv nachweisen. Eine Annäherung des Gegenstandes wird nämlich schon wahr-

genommen, wenn die scheinbare Grösse desselben sich noch gar nicht merklich verändert hat, so dass also die Accomodationsbewegung das einzige Moment ist, auf das jene Wahrnehmung möglicher Weise sich gründen kann. Anders ist dies mit der Entfernung des Gegenstandes. Diese wird erst bemerkt, wenn der Gegenstand durch Weiterrücken eine sichtbare Verkleinerung seines Durchmessers erfahren hat. Daher ist in allen Fällen innerhalb der Accomodationsweite die Unterscheidungsgränze für die Annäherung des Gegenstandes eine bei weitem feinere als die Unterscheidungsgränze für die Entfernung desselben.

Schon diese Verschiedenheit der Unterscheidungsgränze für Näherung und Entfernung, die sich nur innerhalb der Grenzen des Anpassungsvermögens findet, lässt sich einzig und allein dadurch erklären, dass die Annäherung eines Gegenstandes durch die die Anpassung des optischen Apparates für denselben bedingende Accomodationsbewegung wahrnehmbar wird, während beim Fernerrücken des Gegenstandes diese Anpassung nicht von einer fühlbaren Bewegung innerer Augenmuskeln begleitet ist, so dass hier erst, wie bei den Entfernungsschätzungen jenseits des Fernpunktes, die bemerkbare Grössenänderung des Gegenstandes die Wahrnehmung vermittelt. Es ist dies lediglich ein besonderer Fall der allgemeinen Thatsache, dass nur die aktive Zusammenziehung gewisser Muskeln von einem an die Bewegung gebundenen Gefühle begleitet ist, während dem Nachlass der Zusammenziehung, der Erschlaffung niemals ein Muskelgefühl folgt. Aber es giebt überdies noch einige weitere Umstände, welche den Beweis führen helfen, dass innerhalb der Accomodationsgrenzen das Näherrücken der Objekte aus den Accomodationsbewegungen erschlossen wird. Erstens nimmt die Feinheit der Unterscheidung für die Annäherung ab in Folge der Ermüdung, während für die Entfernung eine solche Abnahme nicht stattfindet oder doch nur geringgradigere Schwankungen auftreten, die sich aus der Schwierigkeit lange Zeit bei der Beobachtung die gleiche Aufmerksamkeit zu behalten erklären. So sank z. B. bei einem etwas fernsichtigen Auge und bei einer Distanz des $^1/_2$ Mm. dicken Fadens von 100 Cm. die Unterscheidungsgrenze für die Annäherung allmälig von 3 Cm. durch Ermüdung bis auf 10 Cm., für die Entfernung betrug sie während der ganzen Zeit constant 10 Cm. Die anfänglich sehr überwiegende Feinheit der Schätzung bei der Annäherung nahm also so lange ab, bis sie der ungeändert gebliebenen Schätzung bei der Entfernung gleich wurde, bis also offenbar auch bei ersterer nicht mehr die Accomoda-

tionsbewegung sondern wie bei letzterer allein die merkbare Grössenänderung massgebend wurde. Zugleich rückt in Folge der Ermüdung der Nahpunkt, d. h. der Punkt, bei welchem die Zerstreuungskreise merkbar zu werden beginnen, etwas weiter vom Auge weg. — Ein zweiter Umstand, welcher für den Schluss aus den Accomodationsbewegungen beweisend ist, ist der, dass innerhalb der Accomodationsweite beim Näherrücken des Gegenstandes der Durchmesser desselben auf die Unterscheidungsgrenze ohne Einfluss ist, während dieser Einfluss beim Fernerrücken ebenso merkbar wird wie bei allen Entfernungsschätzungen jenseits des Fernpunktes.

Die Ermüdung der Accomodationsmuskeln, die bei diesen Versuchen sehr bald sich geltend macht, sowie die nicht ganz zu umgehende Veränderlichkeit der Aufmerksamkeit ist die Ursache, dass die oben erörterten Unterscheidungsgrenzen nicht zu jeder Zeit sich gleich bleiben. Ausser der erwähnten Abnahme in der Feinheit der Unterscheidung für die Annäherung finden sich geringgradigere Schwankungen in beiden Unterscheidungsgrenzen, die um so erheblicher und störender werden, je länger und je anhaltender ein Versuch fortgesetzt wird. Sie zu vermeiden bildet die einzige Schwierigkeit dieser Untersuchung, und es ist desshalb die Vorsichtsmassregel nothwendig, eine Versuchsreihe nicht zu lange auszudehnen und zwischen den einzelnen Sehversuchen passende Erholungspausen eintreten zu lassen. Ein anderer Umstand, der noch eine Veränderlichkeit bedingt, ist die bei längere Zeit an demselben Individuum angestellten Versuchen eintretende Uebung, die übrigens auch bei den Schätzungen jenseits des Fernpunktes und diesseits des Nahpunktes in geringem Grade sich geltend macht. Die hierdurch bedingte fortschreitende Zunahme in der Feinheit der Unterscheidungsgrenzen, die sich natürlich nicht vermeiden lässt, ist übrigens für unsere Versuche nicht von störendem Einflusse, denn nach dem Gesagten ist es klar, dass es sich im vorliegenden Falle, bei einer Funktion, die so sehr nicht bloss von individuellen Eigenthümlichkeiten sondern überdiess von den verschiedensten äusseren Einflüssen, namentlich einer durch Uebung erworbenen Fähigkeit, abhängt, um eine Feststellung absoluter Zahlenverhältnisse niemals handeln kann, sondern dass hier immer nur an relative Bestimmungen zu denken ist.

Wenn somit die Unterscheidungsgrenze für die Lageänderung eines Gegenstandes in der dritten Dimension sehr unter dem Einfluss verschiedener Verhältnisse steht und namentlich durch eine fortgesetzte Uebung in hohem Grade verfeinert werden

kann, so kann sie doch durch die letztere niemals auf Null herabsinken, sondern sie nähert sich gewissermassen assymptotisch einem gewissen endlichen Werthe, ja dieser Werth ist von ziemlich erheblicher Grösse verglichen mit der um vieles feineren Unterscheidungsfähigkeit beim Sehen mit zwei Augen. Uebrigens ist jener Werth immer abhängig von der Distanz des Gegenstandes vom Auge, und er nimmt nach einem bestimmten Gesetze ab mit der Verringerung dieser Distanz.

Was speciell die Unterscheidungsgrenze für die Annäherung des Gegenstandes betrifft, die dem Obigen zufolge auf den Accomodationsbewegungen beruht, so wird derselben schon dadurch ein gewisses Ziel gesetzt, dass unser Auge niemals bloss für einen einzigen Punkt, sondern immer für eine Reihe hinter einander liegender Punkte, d. h. für eine Linie accomodirt ist. Czermak, der zuerst auf dieses Verhalten aufmerksam machte, hat diese Linie Accomodationslinie genannt[1]). Das Vorhandensein einer solchen Linie hat lediglich seinen Grund in der begränzten Empfindungsschärfe der Retina, für welche Zerstreuungskreise von sehr kleinem Durchmesser nicht mehr vorhanden sind. Optisch eingerichtet ist aber das Auge immer nur für einen Punkt; Czermak hat diesen Punkt als Accomodationspunkt bezeichnet. Derselbe liegt nicht ganz in der Mitte der Accomodationslinie, sondern etwas näher dem Auge, wie aus der Veränderung folgt, welche die Accomodationslinien mit ihrer Entfernung vom Auge erfahren. Es zeigt sich nämlich, dass die Accomodationslinien von sehr verschiedener Grösse sind, und zwar sind sie um so kleiner und um so schärfer begränzt, je näher sie sich dem Auge befinden, d. h. diejenige Tiefendistanz, in welcher gleichzeitig mit gleicher Deutlichkeit gesehen werden kann, ist um so beschränkter, auf einen je näheren Punkt das Auge accomodirt ist. Dieses Resultat der Beobachtung liess sich schon aus dioptrischen Gesetzen voraussehen. Berechnet man nämlich, wie es zuerst Listing gethan hat[2]), für ein Auge, das man auf paralleles Licht eingerichtet und der weiteren Accomodation unfähig voraussetzt, bei gegebenen Objektweiten die Strecken, um welche die Vereinigungspunkte der Lichtstrahlen hinter der Retina liegen, oder auch die Durchmesser der Zerstreuungskreise, so geben die hier erhaltenen Zahlen ein Maass ab für den Umfang der in jedem einzelnen Falle nothwendigen Accomodation. Dabei zeigt es sich nun, dass ein normalsichtiges Auge von ∞ bis zu

---

[1]) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 12. 1854. S. 322 u. f.

[2]) Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. IV. S. 499.

65 Metern gar keiner Anpassung bedarf, ja dass selbst bis zu 20 Metern die nothwendige Grösse derselben äusserst gering ist, mit fortschreitender Annäherung an's Auge nimmt dieselbe aber immer rascher und zuletzt so erheblich zu, dass bei einer Entfernung von 14 Millimetern eine Annäherung des leuchtenden Punktes um nur 6 Millim. den Durchmesser des Zerstreuungskreises um mehr als $^1/_{10}$ Millim. vergrössern würde, wenn keine Accomodation stattfände.

Unsere Versuche geben eine neue Methode zur Bestimmung der Accomodationslinien ab. Diese sind nämlich offenbar mit jenen Unterscheidungsgrenzen der Annäherung, welche überhaupt erreicht werden können, identisch. Ein oberflächliches Maass für die verschiedene Grösse der verschiedenen Accomodationslinien kann man erhalten, indem man einen Faden von gehöriger Länge, dessen im Gesichtsfelde liegender Theil sich nahe dem untern Ende befindet (damit die Annäherung und Entfernung des gesehenen Fadenstücks an allen Punkten nahezu gleichförmig ist), in verschiedenen Entfernungen vom Auge Schwingungen machen lässt. Lässt man diesen Faden in der Ebene der Sehaxe Schwingungen machen, so bemerkt der Beobachter die Bewegung desselben erst, wenn die Amplitude der Schwingungen eine gewisse Grösse erreicht, und diese Grösse ist um so bedeutender, je ferner der Faden sich vom Auge befindet. Ist die Amplitude der Schwingungen kleiner, so scheint der Faden in vollkommener Ruhe zu bleiben. Lässt man den Faden kreisförmige oder elliptische Schwingungen von geringem Umfange machen, so scheint dem Auge die Bewegung nur in einer Ebene, und zwar in der auf die Sehaxe senkrechten Ebene vor sich zu gehen, während der Theil der Bewegung, der nach der Tiefe des Raumes geschieht, unbemerkt bleibt; der Faden scheint daher bloss horizontal zu pendeln. — Man kann nun die Grösse der Accomodationslinie für eine bestimmte Entfernung vom Auge annähernd bestimmen, indem man in derselben den Faden Schwingungen in der durch die Sehaxe gelegten Ebene machen lässt, und diejenige Grösse der Amplitude notirt, welche gerade nothwendig ist, damit die Bewegung wahrnehmbar wird. Hierbei findet man übrigens, dass das Auge mit seiner Accomodation der Bewegung des Fadens, wenn diese nicht eine sehr langsame ist, nicht zu folgen vermag, sondern auf dieselbe erst daraus schliesst, dass der Faden abwechselnd deutlicher und undeutlicher wird.

Die Art, wie sich innerhalb der Breite des Accomodationsvermögens die Unterscheidungsgrenze mit der Veränderung der

Distanz vom Auge verändert, ist für die Annäherung und Entfernung des Objektes verschieden. Diesseits des Fernpunktes nimmt nämlich die Unterscheidungsgrenze für die Annäherung sehr rasch an Feinheit zu, während sie für die Entfernung noch einige Zeit constant bleibt und dann gleichfalls allmälig an Feinheit wächst; mit der Verringerung der Distanz vom Auge wird die erstere Zunahme geringer, und die letztere bedeutender, bis endlich beim Nahpunkte beide Unterscheidungsgrenzen wieder sich gleich geworden sind. Als Beispiel führe ich eine Beobachtungsreihe an einem etwas fernsichtigen Auge von beschränktem Accomodationsvermögen an, dessen Fernpunkt 250, der Nahpunkt 40 Cm. vom Auge entfernt lag. Derartige Augen sind zu diesen Versuchen besonders bequem, weil sie schon innerhalb eines beschränkten Raumes alle Verhältnisse, um die es sich hier handelt, klar zu Tag treten lassen, und weil bei denselben auch diesseits des Nahpunktes noch Raum genug zur Untersuchung vorhanden ist.

Entfernung des Fadens vom Auge.	Unterscheidungsgrenze für Annäherung —	für Entfernung.
250	12	12
220	10	12
200	8	12
180	8	12
100	8	11
80	5	7
50	4,5	6,5
40	4,5	4,5

Diesseits des Nahepunktes bleiben die Unterscheidungsgrenzen für Näherung und Entfernung sich vollständig gleich, werden aber immer noch um so feiner, je mehr sich die Distanz vom Auge verringert. So sank bei dem Auge, von dem die obige Beobachtungsreihe genommen ist, bei einer Distanz von 20 Cm. die Unterscheidungsgrenze auf 1 Cm. und bei noch weiterer Annäherung sogar auf einige Millimeter herab. Sie ist aber in solcher Nähe sehr schwankend und nimmt bald wieder zu, indem beim Ermüden der Accomodation das Fernertreten des Nahepunktes die Momente verändert, die auf das Urtheil von Einfluss sind. — Diesseits des Nahepunktes wird wieder ähnlich wie jenseits des Fernpunktes die Schätzung der Lageänderung lediglich auf die Veränderungen gegründet, die das objektive Bild hierbei erleidet. Aber das Urtheil wird hier nicht wie dort durch den scheinbaren Durchmesser sondern allein durch die grössere oder geringere Undeutlichkeit

des Gegenstandes geleitet. Die bei grösserer Annäherung auftretende Zunahme der Zerstreuungskreise giebt namentlich nach einiger Uebung ein sehr scharfes Maass für jede Entfernungsänderung ab. — Alle Sehversuche diesseits des Nahpunktes haben das Eigenthümliche, dass sie das Auge in hohem Grade ermüden. Der Grund hiervon liegt darin, dass jeder undeutlich gesehene Gegenstand das unwillkürliche Bestreben hervorruft, das Auge auf ihn zu accomodiren und ihn dadurch deutlich zu machen. Jenes Bestreben wird nun um so ermüdender, weil die angewandte Anstrengung der Accomodationsmuskeln keinen Erfolg hat und sich desshalb, wie es scheint, ein das Sehen von Zerstreuungskreisen begleitendes Unlustgefühl, welches psychischer Natur ist, damit verbindet.

In unsern bisherigen Versuchen wurde immer ein und dasselbe Objekt in zwei verschiedenen Entfernungen unmittelbar nach einander beobachtet; es müssen hierbei immer die zwei zusammengehörigen Beobachtungen sehr schnell sich folgen und die Verschiebungen mit grosser Raschheit geschehen, so dass der Sehende gar kein Besinnen nöthig hat sondern im Moment des Sehens mit seinem Urtheil über die Lageänderung fertig ist. Eine zweite Versuchsmethode besteht nun darin, dass man statt des einen gleichzeitig zwei Fäden aufhängt, die in der auf die Sehaxe senkrechten Richtung eine constante Entfernung von einander behalten, deren Entfernung in der Richtung der Sehaxe selber aber veränderlich ist. Diese Fäden, die man sowohl von gleichem als von ungleichem Durchmesser nehmen kann, hängt man in den verschiedenen Distanzen vom Auge auf und giebt ihnen in denselben wieder verschiedene gegenseitige Distanzen, bis man diejenige Entfernung herausfindet, in der sie gerade noch parallel zu sein scheinen.

Jenseits des Fernpunktes und diesseits des Nahepunktes ergeben die so angestellten Versuche nichts von den vorigen Abweichendes. Im ersteren Fall ist es allein der scheinbare Durchmesser, in letzterem die grössere oder geringere Undeutlichkeit des Fadens, die das Urtheil bestimmen. So z. B. erscheint von zwei ungleich dicken Fäden, die jenseits des Fernpunktes aufgehängt sind, der dünnere, auch wenn er in der That näher ist, so lange der weiter entfernte zu sein, als eine Verschiedenheit im scheinbaren Durchmesser vorhanden ist. Anders ist dies innerhalb der Accomodationsgrenzen. Auch hier ist noch die Grösse des Gegenstandes von einigem Einflusse, aber dieser geht niemals so weit, dass eine erhebliche Durchmesserverschiedenheit der zwei Fäden allein auf eine verschiedene Entfernung derselben bezogen würde, doch bleibt

auch hier eine Neigung vorhanden, den dickeren Faden zugleich für den näheren anzusehen. Der hierdurch hervorgerufene Irrthum ist um so grösser, je weiter die Gegenstände vom Auge entfernt sind. Als Beispiel führe ich einen Versuch an einem fast normalsichtigen Auge an, in dem ein $1^1/_2$ Mm. und ein $^1/_2$ Mm. dicker Faden als Versuchsobjekte angewandt wurde. Bei einer Entfernung des dickeren und zugleich weiteren Fadens von 185 Cm. betrug diejenige Distanz der beiden Fäden, in welcher sie gerade noch als gleichweit erschienen, nicht weniger als 75 Cm. In einer Entfernung von 70—100 Cm. sank diese Distanz auf 20 Cm., und endlich bei 20 Cm. Entfernung war sie nur noch = 2 Cm. Es war aber (wenn man aus diesen Daten und Listing's Constanten für das schematische Auge den Durchmesser der Netzhautbilder berechnet) der Unterschied in der Grösse der Netzhautbilder beider Fäden im ersten Fall = 0,055 Mm., im zweiten Fall = 0,125 Mm., und im dritten Fall = 0,63 Mm., woraus sich ergiebt, dass die Entfernungsschätzung um so unabhängiger von der scheinbaren Grösse des Gegenstandes wird, je näher derselbe rückt. Die Zunahme dieser Unabhängigkeit erfolgt bei grösserer Annäherung mit wachsender Geschwindigkeit und erreicht endlich in der Gegend des Nahepunktes ein Minimum, wo der Einfluss der Grösse nicht mehr merklich wird und daher der Versuch mit ungleich dicken Fäden dieselben Resultate giebt wie mit vollkommen gleichen.

Nimmt man zu diesen Versuchen zwei Fäden von gleichem Durchmesser, so lassen sie sich wie die früheren zur Bestimmung der Unterscheidungsgrenzen der Annäherung benutzen. Diese sind nämlich offenbar gleich jenen Distanzen der beiden Fäden, in denen dieselben gerade noch gleich weit erscheinen. Dass auf diese Weisse die Unterscheidungsgrenzen der Annäherung und nicht der Entfernung gemessen werden, geht aus dem Folgenden hervor. Die Beobachtung zeigt, dass, wenn mehrere Fäden vor dem weissen Hintergrund aufgehängt sind und das Auge plötzlich durch die geschwärzte Röhre hindurchsieht, nur dann sämmtliche Fäden gleichzeitig im ersten Momente gesehen werden, wenn sie entweder parallel oder sehr wenig von einander entfernt sind. Ist die Entfernung grösser, so sieht man zuerst nur einen Faden, dann den zweiten, u. s. f., bis succesiv alle aufgefasst sind. Dasjenige unter den dem Auge gleichzeitig dargebotenen Objekten, welches hierbei immer zuerst gesehen wird, ist das dem Nahpunkt am nächsten liegende und daher der deutlichsten Wahrnehmung fähige, und diesem folgen die übrigen in der Reihenfolge ihrer Entfernung vom

Nahpunkte. Würde nun unmittelbar nach dieser einen Reihe successiver Accomodationen die Entfernungsschätzung vorgenommen, so müsste man allerdings erwarten, dass die Unterscheidungsgrenzen der Entfernung und nicht der Annäherung gemessen würden. Dies ist aber gewöhnlich nicht der Fall, denn der Beobachter sucht unwillkürlich seiner Schätzung den möglichsten Grad von Genauigkeit zu geben und beschränkt sich daher nicht auf die erstmalige successive Auffassung, sondern er wiederholt dieselbe noch ein Mal oder selbst mehrmals in der umgekehrten Reihenfolge. Alle diese Bewegungen gehen übrigens mit sehr grosser Geschwindigkeit vor sich, und zwar mit um so grösserer Geschwindigkeit, je geringer die gegenseitige Entfernung der Objekte ist. Bei einer gewissen Nähe geht dies so weit, dass eine weniger aufmerksame Selbstbeobachtung leicht glaubt, dass die Auffassung vollkommen gleichzeitig sei, obgleich sie in der That nur in äusserst rascher Zeitfolge geschieht; hier kann daher auch die aufmerksamere Beobachtung meistens nur so weit kommen, dass sie die Succession überhaupt inne wird, über die Art derselben aber unsicher bleibt, dagegen lässt sich diese sowie die öfteren hin- und hergehenden Accomodationsbewegungen vor der Abschliessung des Urtheils leicht und deutlich verfolgen, wenn man den Fäden eine grössere Entfernung von einander giebt.

In Bezug auf die Grösse der Unterscheidungsgrenzen der Annäherung geben diese Versuche nichts von den früheren erheblich Abweichendes. Dagegen sind die Täuschungen bemerkenswerth, die hier sehr häufig auftreten, wenn man die relative Lage der beiden Fäden zu einander verändert. Jene Täuschungen kommen zwar nur vor, so lange diese Veränderung innerhalb engerer Grenzen geschieht, hier sind sie aber auch viel häufiger als richtige Wahrnehmungen. Die Art dieser Täuschungen ist nicht ganz zufällig, sondern Täuschungen bestimmter Art zeigen sich besonders häufig bei bestimmten Lageänderungen. Wenn man den einen der beiden Fäden verrückt und den andern in Ruhe lässt, so ist eine doppelte Täuschung möglich und kommt vor: entweder glaubt der Beobachter, der gebliebene Faden habe seine Lage verändert und der veränderte sei geblieben, oder er glaubt, beide Fäden hätten gleichzeitig ihre Lage verändert. Am ehesten noch wird es richtig erkannt, wenn man mit dem näheren Faden eine kleine Verrückung vornimmt, namentlich wenn man denselben noch näher rückt, rückt man denselben ferner, so wird dies schon oft missdeutet und entweder auf eine Annäherung des weiteren Fadens oder auf eine Verschiebung beider Fäden bezogen. Dagegen ist

bei kleinen Lageveränderungen des ferneren Fadens die Täuschung geradezu die Regel, und zwar glaubt man gewöhnlich, wenn derselbe näher rückt, beide Fäden hätten sich genähert, während man, wenn er ferner rückt, meistens glaubt, er habe seine Lage beibehalten, dagegen sei der nähere Faden in noch grössere Nähe gekommen. Im Ganzen sind die Täuschungen am häufigsten beim Fernerrücken des einen Gesichtsobjektes, und zwar wird dasselbe dann gewöhnlich mit einer Annäherung des andern in Ruhe gebliebenen Objektes verwechselt. Die Erklärung dieser Täuschung liegt in der früher erörterten Thatsache, dass wir über die Entfernung der Gegenstände aus den Accomodationsbewegungen nichts erfahren, wohl aber über die Annäherung derselben. Entfernt sich also von zwei Objekten das eine um eine so geringe Grösse, dass sein scheinbarer Durchmesser sich nicht verändert, während das andere in Ruhe bleibt, so bemerken wir jenes Fernerrücken nicht, wohl aber bemerken wir, dass die Distanz der Objekte sich entweder vergrössert oder verkleinert hat, und hieraus müssen wir dort auf eine grössere Annäherung des näheren, hier auf eine grössere Annäherung des ferneren Gegenstandes schliessen.

Unsere Versuche ergeben rücksichtlich des Einflusses der Accomodation folgende Hauptresultate:

1) die Accomodation trägt, wie sich von vornherein einsehen liess, nur innerhalb der Grenzen des Accomodationsvermögens zur Bestimmung der Entfernungen bei; 2) aber auch hier sagt die Accomodation niemals etwas aus über die absolute Entfernung der Gegenstände im Raume, sondern sie giebt nur eine äusserst oberflächliche Kenntniss ihrer relativen Lage, indem sie es möglich macht das Nähere vom Ferneren zu unterscheiden; 3) wenn ferner ein und dasselbe Objekt seine Lage im Raume ändert, so giebt uns die Accomodation für sich nur Aufschluss über e i n e Art dieser Lageänderung, nämlich über die Annäherung an's Auge; 4) damit aber diese Annäherung durch die Accomodation wahrnehmbar werde, muss sie eine bestimmte Grösse erreichen, die mit der Entfernung vom Nahpunkte zunimmt, d. h. in jeder Distanz vom Auge existirt eine bestimmte Unterscheidungsgrenze der Annäherung; 5) diese Unterscheidungsgrenze ist endlich nicht von constanter Grösse, sondern namentlich in hohem Grade dem in längerer Zeit wirksam werdenden Einflusse der Uebung und dem in kürzerer Zeit sich geltend machenden Einfluss der Ermüdung unterworfen.

2. Ueber die Accomodationsbewegungen und deren Abhängigkeit vom Willen.

Wir haben den objektiven Beweis geführt, dass nur die Wahrnehmung der Annäherung der Gegenstände durch die Accomodation vermittelt werden kann, nicht aber die Wahrnehmung ihrer Entfernung, wesshalb die beiden Unterscheidungsgrenzen innerhalb der Weite der Accomodation beträchtliche Unterschiede zeigen. Hieraus ergiebt sich der Schluss, der überdies in der subjektiven Beobachtung seine Bestätigung findet, dass nur dann ein Accomodationsgefühl vorhanden ist, wenn der Anpassungsapparat von der Ferne auf grössere Nähe sich einrichtet, nicht aber im umgekehrten Falle. Es frägt sich nun: steht diese Thatsache in Uebereinstimmung mit dem was aus andern Erfahrungen über die Beschaffenheit des Accomodationsmechanismus bekannt ist, und wie lässt sie sich aus dieser erklären? —

Cramer[1]) zog aus seinen Versuchen, in denen er den elektrischen Strom bald durch das unverletzte Auge bald durch das Auge, dessen Iris vom Ursprungskreis losgetrennt war, schickte, den Schluss, dass die Iris im Verein mit dem musc. tensor chorioideae die Accomodation zu Stande bringe. Reizt man nämlich, indem man die Drähte eines Induktionsapparates nahe am Ursprung der Iris an's Vogelauge ansetzt, so verengt sich, wie schon Weber gefunden hat, die Pupille, und gleichzeitig erleidet nach Cramer's Beobachtung das von der Vorderfläche der Linse stammende Spiegelbildchen eine ähnliche Veränderung wie bei der Accomodation für die Nähe; beobachtet man unter gleichen Verhältnissen am Seehundsauge mit dem Mikroskop das auf der Hinterfläche des Glaskörpers entworfene Bild, so bemerkt man ein Undeutlicherwerden desselben, was auf eine Veränderung der Refraktion schliessen lässt. Beides hört auf, sobald man die Iris von ihrem Ursprungskreis losgelöst hat. Aus diesem Grunde legt Cramer auch dem tensor chorioideae nur eine untergeordnete Bedeutung bei, auf seine Wirkung schliesst er übrigens daraus, dass, nachdem die Iris mit der Cornea entfernt war, sich zwar bei Anwendung des elektrischen Stromes keine Aenderung in der Refraktion mehr entdecken liess, dass aber schon dem blossen Auge während der Dauer des Stromes einige Anspannung der processus ciliares bemerklich war. Eine grössere Wichtigkeit legte später Donders[2]) dem musc. tensor chorioideae bei, indem er annahm,

---

[1]) Das Accomodationsvermögen der Augen, übers. von Doden. Leer 1855.
[2]) Nederl. Lancet. 1853.

dass derselbe seinen Fixationspunkt in der Chorioidea habe und daher seine vordere Ansatzstelle, den Faserring der membrana Descemeti, nach hinten ziehe. Dadurch aber wird die Peripherie der Iris nach hinten verrückt und fixirt und gewinnt so erst die günstige Stellung, um jene Wirkung üben zu können, die ihr nothwendig ist, um die Accomodationsveränderungen an der Linse hervorzubringen. Was den Mechanismus der letzteren betrifft, so schliesst Donders im Wesentlichen der Hypothese von Cramer sich an.

Cramer sucht nämlich den Einfluss der Iris auf die Linsenkrümmung in dem Druck, welchen dieselbe bei der gleichzeitigen Verkürzung ihrer Kreis- und Längsmuskelfasern, wodurch sie ihre gekrümmte in eine ebene Fläche zu verwandeln strebt, auf die in ihrer Concavität gelegenen Theile ausübt. Dieser Druck wird weiter geleitet durch die processus ciliares und die Zonula Zinnii und pflanzt sich auf die im canalis Petiti enthaltene Flüssigkeit fort, um von da auf den Rand der Linse und den Glaskörper übertragen zu werden. Die gedrückte Linse soll nun die weichere Cortikalsubstanz ihrer Vorderfläche gleichsam hervorquellen lassen, und so die Accomodation für die Nähe zu Stande bringen.

In dem letzterwähnten Punkt liegt nun, wie Helmholtz nachgewiessen hat, die Schwierigkeit der Cramer'schen Hypothese. Denn nimmt man, wie dies Cramer zu thun scheint, an, dass die stärkere Krümmung nur auf den unbedeckten Theil der vordern Fläche wegen seiner weicheren Beschaffenheit sich ausdehne, so widerspricht dies den genauen Messungen von Helmholtz[1]), aus denen sich ergiebt, dass die Formänderung der Linse einen viel grösseren Umfang hat. Nimmt man aber an, dass die ganze Peripherie der Linse gleichmässig dem auf sie ausgeübten Druck folgt, so müsste man im Gegentheil eine viel umfangreichere Formänderung erwarten, als die Beobachtung nachweist, es würde dann nämlich nicht bloss die Vorderfläche der Linse vortreten und convexer werden, sondern es müsste auch die Mitte ihrer hinteren Fläche vorgedrängt und weniger convex werden. Dagegen haben aber die Untersuchungen von Helmholtz ergeben, dass die hintere Fläche der Linse ihren Platz nicht verändert und nicht flacher, sondern ein wenig gewölbter wird. Um diese Formänderung der Linse vollständig erklären zu können, nimmt Helmholtz neben der Wirkung der Iris, in Bezug auf welche er sich an Donders und Cramer anschliesst, noch eine eigenthümliche Wirkung des musc. tensor

---

[1]) Archiv für Ophthalmologie, Bd. I. Abth. II.

chorioideae zu Hülfe. Er macht nämlich folgende Schlussfolgerung: da die Linse ihr Volum nicht verändern kann, so muss gleichzeitig mit der Vergrösserung ihres Längsdurchmessers ihr Aequatorialdurchmesser sich verkleinern, die Hauptkräfte bei der Accomodation für die Nähe müssen also an den Rändern der Linse gesucht werden, es muss beim Nahesehen ein vermehrter Druck oder ein verminderter Zug auf dieselben einwirken. Die letztere Wirkung kann nun, wie Helmholtz nachgewiesen hat, durch einen Muskelzug an der Zonula Zinnii erreicht werden: im ruhenden Zustand wäre die Zonula gespannt und würde der Linse eine abgeplattete Form geben, erschlaffen kann diese elastische Membran durch die Thätigkeit des tensor chorioideae, indem derselbe das hintere Ende des Ciliarkörpers, mit welchem die Zonula zusammenhängt, nach vorn zieht und der Linse nähert; mit nachlassendem Zug müsste die bei ruhender Accomodation in die abgeplattete Form gezwungene Linse ihrer natürlichen convexen Form zustreben[1]). Aber wäre die Accomodationswirkung allein auf diese vermehrte oder verminderte Spannung der Zonula und also auf die Ränder der Linse beschränkt, so müsste, in dem Maasse als die vordere Linsenfläche convexer wird und nach vorn tritt, die hintere Linsenfläche concaver werden und zurücktreten. Um nun zu erklären, dass die hintere Linsenfläche nahezu ungeändert bleibt, nimmt Helmholtz die Wirkung der Iris zu Hülfe, die überdies durch die Cramer'schen Versuche als sicher constatirt zu betrachten ist. Indem der musc. tensor chorioideae bei seiner Thätigkeit die Spannung der Zonula Zinnii erschlafft, zieht er zugleich den Ansatzpunkt der Radialmuskelfasern der Iris, den Faserring der membrana Descemeti, nach hinten und giebt derselben auf diese Weise die Befestigung, die sie geeignet macht, auf die hinter ihr gelegene Flüssigkeit bei der Zusammenziehung ihrer Muskelfasern einen Druck auszuüben; dieser Druck pflanzt auf den Glaskörper und von da auf die Hinterfläche der Linse sich fort, um hier dem Druck, den die Linse selber beim Nachlass der Spannung, unter der sie sich befindet, in entgegengesetzter Richtung ausübt, das Gleichgewicht zu halten. — Diese von Helmholtz aufgestellte Hypo-

---

[1]) Es wäre möglich, dass neben der nachlassenden Spannung der Zonula bei der Accomodation für die Nähe noch ein direkter Druck auf den Rand der Linse ausgeübt würde durch die Contraktion einer Lage von Kreismuskelfasern, die H. Müller neuerdings entdeckt hat, und die dieser Forscher in der That als wesentlichen Accomodationsmuskel betrachtet, ohne übrigens die Mitwirkung der Zonulaspannung zu leugnen. (Arch. f. Ophth. Bd. III. Abth. I.)

these hat das Doppelte für sich, dass sie die ungleichmässige Formänderung der Linse auf das einfachste erklärt, und dass sie einigermaassen sich sogar durch die Untersuchung bestätigen lässt, indem man am todten Auge nachweisen kann, dass ein Zug an der Zonula die Form der Linse merklich zu verändern vermag.

Mögen aber auch immerhin dieser speciellen Annahme noch die sichern experimentellen Beweise mangeln, so geht doch so viel aus den bisherigen Untersuchungen hervor, dass der Mechanismus der Accomodation wahrscheinlich an ein Zusammenwirken verschiedener Muskelpartieen gebunden ist, dass aber alle Accomodationsmuskeln jedenfalls im Innern des Auges liegen und der Klasse der glatten Muskelfasern angehören. Ferner ist durch diese Untersuchungen erst der bestimmte Nachweis für die Thatsache geliefert, dass das normale Auge in seinem Ruhezustand auf unendliche Ferne eingerichtet ist, und dass der aktiven Wirkung der Accomodationsmuskeln die Formänderung der Linse beim Nahesehen entspricht[1]). Diese letztere Thatsache ist nun vollständig in Uebereinstimmung mit dem was unsere Versuche uns lehrten, denn wir fanden ja ganz entsprechend, dass das Accomodationsgefühl uns nur bei der Annäherung der Gegenstände, also bei der Einrichtung für grössere Nähe, ein Maas der relativen Entfernungen giebt. Hiernach müssen wir das Accomodationsgefühl geradezu als eine die Thätigkeit der Accomodationsmuskeln begleitende und von ihr abhängige Erscheinung betrachten; aber es frägt sich nun noch weiter: hat das Accomodationsgefühl in diesen Muskeln selbst seinen Sitz, ist es eine besondere denselben angehörige Aeusserung des Muskelsinnes, oder ist es nur äusserlich mit ihrer Thätigkeit verknüpft? Wir müssen hier diese Frage desshalb noch erwägen, weil das Vorhandensein eines

---

[1]) Neuerdings hat jedoch Th. Weber zuerst aus Beobachtungen mit dem Augenspiegel den Schluss gezogen, dass ein normalsichtiges Auge unter Umständen sich durch eine aktive Wirkung auch noch für convergente Strahlen einzurichten vermöge. (Arch. f. phys. Heilk. Bd. XIV. 1855. S. 479). Direkt in dieser Beziehung angestellte Versuche, in denen das Auge durch eine Convexlinse feine Linien betrachtete, die in verschiedene Entfernung vom Brennpunkt der Linse gebracht waren, bestätigten jene Schlussfolgerung, ergaben aber zugleich, dass jene negative Accomodation, wie sie von Weber im Vergleich zur gewöhnlichen positiven Accomodation genannt wurde, nicht bloss von einem äusserst beschränkten Umfange ist, sondern auch nur selten und nur durch eine besondere Anstrengung der Augen hervorgerufen wird. Da die negative Accomodation, deren Mechanismus übrigens von dem der gewöhnlichen Accomodation jedenfalls gänzlich verschieden ist, sonach bloss als ein Ausnahmezustand betrachtet werden muss, so bedarf sie für unsere Zwecke keiner nähern Erörterung.

Bewegungsgefühles in den Accomodationsmuskeln der gewöhnlichen Annahme widerspricht, nach welcher der Muskelsinn seinen Sitz nur in den quergestreiften, sogenannten animalen Muskeln haben soll.

Man könnte, von dieser Annahme ausgehend, geneigt sein, das Accomodationsgefühl den äussern Augenmuskeln zuzuschreiben, deren Bewegung gewöhnlich in inniger Verbindung mit den Accomodationsbewegungen steht, indem mit einem bestimmten Convergenzwinkel der Sehaxen meistens diejenige Anpassung des Auges verbunden ist, die der Entfernung des Convergenzpunktes entspricht. Hiergegen ist aber zu erinnern, dass erstens nach den Untersuchungen von Volkmann, Donders, Czermak u. A. jener Zusammenhang jedenfalls sehr häufig fehlt, und dass zweitens gerade in unsern Versuchen, in denen das eine Auge in immer gleicher Richtung durch eine Röhre sieht, während das andere geschlossen bleibt, der Einfluss der Convergenzbewegungen wie überhaupt aller Augenbewegungen ganz und gar ausgeschlossen ist. Endlich aber werden wir später (s. 4. Abhdlg.) den Nachweis liefern, dass die Divergenzbewegung der Augen von einem Muskelgefühl von annähernd gleich grosser Feinheit begleitet ist wie ihre Convergenzbewegung, wobei überdies beide weit empfindlichere Hülfsmittel für die Erkennung von Entfernungsänderungen abgeben als die Accomodation.

Die Thatsache, dass das Accomodationsgefühl nur frei wird bei der aktiven Wirkung des Accomodationsapparates, widerspricht ebenso jeder anderweitigen Ableitung desselben, an die man etwa noch denken könnte, und drängt mit Nothwendigkeit dazu hin, den Sitz desselben lediglich in den Accomodationsmuskeln selber zu suchen. Diese Muskeln geben uns somit ein Beispiel, dass der Muskelsinn durchaus nicht an die quergestreifte Faser gebunden ist, sondern dass auch die Zusammenziehung ungestreifter Muskeln von einem Bewegungsgefühl begleitet sein kann. Die Accomodationsmuskeln besitzen sogar, wie es scheint, ein sehr feines Muskelgefühl. Wenn man, unter Zugrundlegung von Listing's schematischem Auge, in den frühern Versuchen für jede Unterscheidungsgrenze der Annäherung die Differenz nimmt von den für die erste und zweite Entfernung berechneten Abständen der Netzhautfläche von dem dahinter fallenden Vereinigungspunkte der Lichtstrahlen, so ergeben die so erhaltenen Zahlen unmittelbar diejenigen Grössen, um welche die Accomodationsmuskeln den hintern Brennpunkt des Auges verrücken müssen, damit die Accomodationsbewegung zum Bewusstsein komme. Man findet

auf diese Weise, dass in grösserer Ferne jene Differenz der Brennweiten nur einige Tausendtheile eines Millimeters beträgt. Aber sie bleibt nicht konstant, sondern nimmt, trotz der feiner werdenden Unterscheidungsgrenzen, in grösserer Nähe sehr beträchtlich zu, so dass sie in der Gegend des Nahpunktes auf Hunderttheile eines Millim. steigt. Hieraus scheint hervorzugehen, dass die Schärfe des Accomodationsgefühls mit wachsender Contraktion der Accomodationsmuskeln eine Verminderung erleidet. Diese Abnahme der Empfindungsschärfe mit der Zunahme der Zusammenziehung ist übrigens, wie wir an einem späteren Ort noch sehen werden, eine für den Muskelsinn allgemein gültige Thatsache. —

Die Hauptursache dafür, dass Viele das Accomodationsgefühl entweder leugneten oder aus sekundären Verhältnissen ableiteten, lag wohl darin, dass man wegen der anatomischen Beschaffenheit der Accomodationsmuskeln sich zu der Annahme hinneigte, die Bewegung derselben sei vom Willen gänzlich unabhängig; denn im Allgemeinen zeigt allerdings die Erfahrung, dass nur die Bewegungen willkürlicher Muskeln von Empfindungen begleitet sind. Cramer hat aber mit Recht schon darauf hingewiesen, dass es unzulässig erscheine, bloss nach der quergestreiften oder glatten Beschaffenheit über die Willkürlichkeit oder Unwillkürlichkeit eines Muskels zu entscheiden; es sei vielmehr die Annahme wahrscheinlich, dass das Vermögen sich willkürlich contrahiren zu können bei den glatten Muskelfasern allein von der Natur der in ihnen vertheilten Nerven abhänge. In der That lässt sich von vornherein nur erwarten, dass die Struktur des Muskels in Bezug auf die äussere Form seiner Zusammenziehung von entscheidendem Einflusse sein werde, es ist aber nicht einzusehen, in wiefern dieselbe irgend etwas über ihre Ursache aussagen sollte, wohl aber wird für die letztere die Beschaffenheit und der Ursprung der Nerven des Muskels von Wichtigkeit sein. Cramer hat nun in Betreff des Einflusses der Nerventhätigkeit auf die Accomodation eine Hypothese aufgestellt, die zunächst auf die Untersuchungen von Budge und Waller sich gründet, nach denen die Verengerung der Pupille durch den gemeinschaftlichen Einfluss des nerv. oculomotorius und trigeminus, ihre Erweiterung durch den alleinigen Einfluss des nerv. sympathicus erfolgt. Darnach nimmt Cramer an, die Accomodation für die Nähe werde hervorgerufen durch den Reiz des Willens auf den nerv. trigeminus, pflanze sich von ihm aus auf das ganglion ciliare und in diesem auf die motorischen Fasern des Sympathicus fort, Trigeminus und

Sympathicus seien daher die eigentlichen Accomodationsnerven, zu deren Thätigkeit sich unter Umständen die des Oculomotorius geselle, der die der Lichtstärke sich anpassende Verengerung der Pupille bewirken soll. Dass der Oculomotorius nicht, wie man a priori ebenso gut vermuthen könnte, der eigentliche Accomodationsnerv ist, geht daraus hervor, dass auch bei vollständiger Lähmung des Oculomotorius das Accomodationsvermögen noch bis zu einem gewissen Grad fortbesteht. Diese Hypothese über die Nervenwirkungen bei der Accomodation lässt sich auch jetzt noch mit den Annahmen über den Accomodationsmechanismus vereinbaren, wo man nicht mehr wie Cramer lediglich in der Wirkung der Iris ihn suchen kann.

Wenn sonach schon die Natur der in das ganglion ciliare eintretenden Nerven es nicht unwahrscheinlich macht, dass die Accomodation unter dem Einfluss des Willens stehe, so wird dies zudem noch durch die direkte Beobachtung über allen Zweifel erhoben; und dass überhaupt jemals ein Zweifel an dieser Thatsache aufkommen konnte, liegt nur darin begründet, dass man sich gewöhnt hat, an alle Muskelwirkungen das Maass der Skelettmuskeln zu legen, da diese der Beobachtung zunächst zugänglich sind. Die Skelettmuskeln nennen wir nun willkürlich beweglich, weil wir willkürlich vorausbestimmte Ortsbewegungen mit ihnen vollführen können. In diesem Sinne sind freilich die Accomodationsmuskeln und alle Muskeln, deren Wirkung nicht unmittelbar von uns gesehen werden kann, nicht willkürlich zu nennen. Derjenige, der keine physiologischen Kenntnisse hat, weiss überhaupt nichts davon, dass die Accomodation auf einer Muskelcontraktion oder nur auf einer Bewegung beruht. Der bewusste Zweck unseres Handelns ist immer ein bestimmtes endliches Ziel, und dieses kann allein der Gegenstand unseres Willens sein, weil wir von den physiologischen Zwischenstufen, die sich zwischen dem Antrieb des Willens und dem Vollzug des Zweckes befinden mögen, an und für sich gar nichts wissen. Dort ist nun das Ziel die Ortsveränderung unserer Gliedmaasen, hier ist es die Verdeutlichung eines gesehenen Gegenstandes. Die Beobachtung zeigt uns, dass die letztere ebenso in der Macht unsers Willens steht wie die erstere, wir müssen daher die Accomodation mit eben dem Recht einen willkürlichen Akt nennen, mit dem wir die Ortsbewegung als solchen bezeichnen.

Wenn wir jedoch aus der Thatsache, dass wir willkürlich jeden Augenblick unser Auge für fernere oder nähere Gegenstände anpassen können, schliessen dürfen, dass die Accomodation ein der Willkür unterworfener Vorgang ist, so soll

damit nicht gesagt sein, dass dieselbe **nur** willkürlich und nicht unter Umständen auch ohne den Einfluss des Willens zu Stande komme. Wir werden uns im Gegentheil überzeugen, dass die unbewusste und unwillkürliche Accomodation mindestens ebenso häufig, und dass sie es namentlich ist, welche der willkürlichen Anpassung in der Entwicklung des Sinnes vorhergeht und dieselbe erst möglich macht. Aber schon hier müssen wir hervorheben, obgleich die nähere Erörterung dieses Gegenstandes einer spätern Abhandlung zugehört, dass der Accomodationsapparat in dieser Hinsicht von allen übrigen der Willkür unterworfenen Theilen und namentlich von den Muskeln der willkürlichen Bewegung sich nicht unterscheidet: jeder willkürliche Muskel ist immer bisweilen und war in einer gewissen Periode des Lebens **nur** unwillkürlich beweglich.

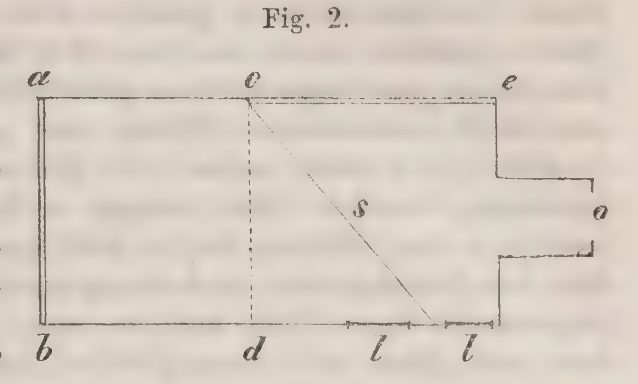
Der Accomodationsmechanismus ist, so lange sich nicht die Willkür ihm zuwendet, einem **physiologischen Zwang** unterworfen, dem er unabänderlich folgen muss. Wenn wir in einem hellen Raume plötzlich die zuvor geschlossenen Augen öffnen, so accomodiren diese sich unwillkürlich zuerst demjenigen Gegenstande, der vermöge seiner Lichtstärke und seiner Entfernung der deutlichsten Wahrnehmung fähig ist; wenn man in unserer früheren Versuchsanordnung schwarze Fäden von gleicher Dicke vor dem weissen Hintergrund in verschiedenen Entfernungen aufhängt, so accomodirt das Auge im ersten Moment immer und unwillkürlich zuerst auf denjenigen Faden, der sich zunächst der Weite des deutlichsten Sehens befindet, und dann successiv auf die übrigen in der Reihenfolge, die durch den Grad ihrer deutlichen Wahrnehmbarkeit bestimmt wird, aber erst wenn wir einem Objekt einmal unwillkürlich unser Auge angepasst haben, können wir dies mit Willkür jeden Augenblick wiederholen.

Das blosse Vorhandensein von Gegenständen in bestimmter Entfernung und Beleuchtung genügt jedoch noch nicht, um unsere Accomodation auf dieselben zu lenken, sondern diese bedarf besonderer Merkmale an den Gegenständen, nach welchen sie sich richtet und durch die sie erst möglich wird. Dies ergiebt sich aus Versuchen, in denen man auf eine und dieselbe Netzhaut Eindrücke, die aus verschiedenen Entfernungen kommen, einwirken lässt. Ich bediente mich zu diesen Versuchen folgender Vorrichtung, die auf demselben Princip beruht, das dem **Helmholtz**'schen Augenspiegel zu Grunde liegt.

Dieselbe besteht aus einem parallelepipedischen Kasten, Fig. 2, der innen geschwärzt ist und sich vorn zu einer Sehröhre für das Auge bei o verjüngt. Im vordern Theil des

Kastens ist eine ebene Glasplatte s befestigt, die unter 45⁰ zu den Seitenwänden geneigt ist und auf der obern und untern Wand senkrecht steht. Die Hinterwand a b des Kastens ist beweglich und kann vorwärts und rückwärts geschoben oder herausgenommen werden, um gefärbte Papiere od. Zeichnungen auf ihr zu befestigen. Am vorderen Ende befindet sich auf der einen Seite, bei e, ein kleiner Spalt, in den gleichfalls Papiere eingeschoben werden können, auf der andern Seite sind kleine Läden l, l angebracht, die mehr oder weniger geöffnet werden können, um den innern Raum des Kastens in seinen einzelnen Theilen nach Bedürfniss verschieden stark zu beleuchten. Die gefärbte Fläche bei a b sendet nun durch die Glasplatte s direkt ihr Licht in das Auge o, die von der gefärbten Fläche bei c e ausgehenden Strahlen werden dagegen zum Theil von der Glasplatte reflektirt und senden in das Auge ein Bild, das von einem Gegenstand herzurühren scheint, der sich bei c d hinter der Glasplatte befindet. Das Auge erhält also auf diese Weise auf denselben Punkten seiner Netzhaut Lichtstrahlen von Gegenständen, die um die Grösse a c von einander entfernt sind. Indem man nun a b näher an die Glasplatte heranschiebt, kann man diese Distanz vermindern, bis endlich a b und c d zusammenfallen, wo dann die direkt gesehene Fläche und das reflektirte Bild sich in gleicher Entfernung vom Auge befinden. Man hat bei diesen Versuchen die Beleuchtung des innern Kastens so einzurichten, dass die reflektirten und die direkten Strahlen von möglichst gleicher Lichtstärke sind, die Wand c e muss daher immer bedeutend heller erleuchtet werden als a b; durch die Läden l, l lässt diese Abstufung sich leicht bewerkstelligen.

Fig. 2.



Bringt man nach a b irgend ein farbiges Papier und nach c e ein anders gefärbtes oder ein weisses, so nimmt bei passend gewählter Beleuchtung das Auge bei o eine Mischfarbe wahr. Befindet sich z. B. bei a b Blau, bei e c Weiss, so sieht man gleichmässig gemischtes weissliches Blau. Schiebt man nun aber über das weisse Papier ein anderes demselben völlig gleiches, das sich nur darin unterscheidet, dass auf ihm ein oder mehrere schwarze Striche angebracht sind, so hat sich die Mischfarbe im Vergleich zu vorhin geändert, sie ist merklich

heller geworden. Das Umgekehrte ist der Fall, die Mischfarbe spielt mehr in's Bläuliche, wenn man das blaue Papier durch ein anderes von gleicher Farbe ersetzt, das schwarze Striche enthält; doch ist hier die Erscheinung weniger auffallend. — Am frappantesten gestaltet sich der Versuch, wenn man statt willkürlicher Striche auf gefärbtem oder weissem Grunde ein beschriebenes oder bedrucktes Papier oder eine Zeichnung nimmt. Man bringe z. B. nach a b ein braunes, nach e c ein weisses Papier und mache die Beleuchtung so, dass das Braun gerade noch einen matten weisslichen Schimmer beigemischt hat. Nun schiebe man bei e c ein bedrucktes Blatt vor; jetzt sieht man plötzlich keine Spur einer braunen Färbung mehr, das bedruckte Blatt verdeckt so vollständig das braune Papier, dass der Unkundige glaubt, es sei wirklich vor dasselbe gestellt worden. — Es lassen sich diese Versuche natürlich noch sehr variiren, doch halten wir es für unnöthig, hier darauf näher einzugehen, da das Beigebrachte für unsern gegenwärtigen Zweck schon genügend ist. Im Allgemeinen ist es räthlich, für das direkt gesehene Papier eine der matteren Farben, für das im reflektirten Bild gesehene eine der grelleren Farben oder Weiss zu wählen, und dann die Beleuchtung so abzustufen, dass von der reflektirten Farbe, wenn sie keine Striche oder Zeichnungen enthält, gerade nur noch eine merkliche Spur oder auch gar nichts mehr wahrgenommen wird. Das Resultat des Versuchs ist dann stets so sicher, dass an der Richtigkeit der Thatsache kein Zweifel bleibt; nur ist die Erscheinung je nach den gewählten Farben mehr oder weniger augenfällig. Vergleicht man die verschiedenen Farben in der Combination mit reinem Weiss und einer Zeichnung auf weissem Grunde, so ist das Ergebniss des Versuchs bei Grau und Braun am auffallendsten, hierauf folgt Blau, Roth, dann Grün, und zuletzt Gelb; bei dieser Vergleichung sind übrigens nur die dunkleren Tinten der genannten Farben berücksichtigt.

Die beschriebene Erscheinung ist um so deutlicher, je grösser die Entfernung a c ist. Nähert man das Papier a b dem in c d erscheinenden Bilde, so nimmt der Einfluss der Striche oder Zeichnungen im reflektirten Bilde allmälig ab, und er hört ganz auf, sobald das Papier a b in c d selbst liegt. Sobald die Strahlen beider gefärbter Flächen von einem und demselben Orte auszugehen scheinen, so ist die Mischfarbe immer die gleiche, ob die eine Fläche noch Linien und Zeichnungen enthält oder nicht. Wenn man in dem obigen Versuch, nachdem durch das eingeschobene bedruckte Blatt

das direkt gesehene braune Papier gänzlich zum Verschwinden gebracht ist, allmälig mit dem letztern näher heranrückt, so erscheint wieder eine bräunliche Färbung, und sobald das Papier sich in c d befindet, ist der vorherige braune Farbenton wieder vorhanden. — Interessant ist der Versuch, wenn man noch näher an die Glasplatte s heranrückt; dies ist bei unserm Apparat nur theilweise möglich, indem man das Papier in eine schräge, der Glasplatte nahezu parallele Richtung bringt. Dann nämlich fängt an der Einfluss der Striche und Zeichnungen sich wieder geltend zu machen, und wenn diese, wie gewöhnlich in unsern Versuchen, auf demjenigen Papier sich befinden, dessen Spiegelbild gesehen wird, so sieht das Auge durch das andere unmittelbar hinter der Glasplatte befindliche Papier, unter Umständen von demselben gar nichts wahrnehmend, hindurch nach dem in c d befindlichen Bilde. Wenn man die Beleuchtung passend wählt und bald dem einen bald dem andern Papier ein gezeichnetes Blatt von gleicher Farbe substituirt, so kann man veranlassen, dass das Auge bald nur die eine bald nur die andere Farbe sieht.

Die auffallendste Thatsache dieser Versuche, auf die wir hier nur hindeuten können, ist die, dass es unter Umständen den Anschein haben kann, als ob verschiedene Eindrücke, die sich auf der Netzhaut vermischen, noch getrennt in der Empfindung fortbeständen, und als ob es nur eines besondern Anstosses bedürfe, um die Mischempfindung wieder in ihre Componenten aufzulösen. Diese Erscheinung beruht jedoch, wie sich durch verschiedene Versuchsmodifikationen nachweisen lässt, nur auf einer Contrastwirkung. Haben wir z. B. einerseits ein einfarbig blaues, anderseits ein weisses Papier mit einer Zeichnung, so haben die dunkeln Linien der letztern ein sehr lichtschwaches Blau, das daher meistens ganz schwarz erscheint, gegen dieses dunkle Blau contrastirt nun das sehr mit Weiss gemischte Blau des Grundes so sehr, dass es weiss erscheint, und dass man daher unter Umständen das blaue Papier ganz verdeckt glaubt. Das zweite Ergebniss dieser Versuche, wegen dessen wir sie hier angeführt haben, zeigt uns, dass bei der Accomodation und dadurch mittelbar bei unserer ganzen Gesichtswahrnehmung gewisse dominirende Linien und Punkte eine hervorragende Rolle spielen, ja dass sie es sind, die eine unterscheidende Wahrnehmung der äussern Gegenstände überhaupt erst ermöglichen, indem sie die Anpassung unseres Accomodationsapparates für dieselben bestimmen und lenken.

Denken wir uns ein gleichförmig erleuchtetes und gleich-

förmig gefärbtes Sehfeld, so würde das Auge die Farbe wohl als einen Zustand seiner Netzhaut empfinden, wir würden sie aber ebenso wenig wie die völlige Finsterniss der Nacht auf einen Gegenstand, von dem sie ausgeht, beziehen, die Empfindung selber würde ganz unabhängig sein von der grössern oder geringern Lichtbrechung in unserm Auge, unser Accomodationsapparat wäre durch nichts zu einer Thätigkeit angeregt und daher stets auf unendliche Ferne eingerichtet, selbst wenn die gefärbte Fläche, welche die Empfindung veranlasst, sich in sehr grosser Nähe befände. In Wirklichkeit lässt diese Thatsache nicht direkt durch den Versuch sich constatiren, weil die gefärbten Flächen, die wir uns verschaffen können, immer geringe Ungleichmässigkeiten enthalten, die wir bei sehr nahem Betrachten bemerken, und die dann dominirende Linien und Punkte für unsere Wahrnehmung abgeben; aber indirekt wird jene Thatsache durch eine umgekehrte Beobachtung bestätigt, die wir gelegentlich schon erwähnt haben: sieht man nämlich mit einem Auge, während das andere geschlossen ist, nach einer gleichmässig gefärbten oder weissen Wand, die sich in sehr grosser Ferne befindet, so hat man durchaus kein Urtheil über die Entfernung des Gegenstandes, da aber der Rand der Röhre leicht eine dominirende Linie abgiebt, so ist man am ehesten geneigt zu vermuthen, die farbige Fläche liege dicht vor der Oeffnung.

Sobald nun in dem gleichförmigen Sehfelde ein begrenzter Punkt erscheint, der entweder durch eine andere Färbung oder durch eine mehr oder weniger intensive Beleuchtung sich abhebt, so hat dies für das Auge einen doppelten Erfolg: erstens wendet es dem Punkt im Sehfelde den Punkt seines deutlichsten Sehens zu, und zweitens accomodirt es, bis der Punkt in scharfer Begrenzung erscheint. Beide Bewegungen geschehen durchaus unwillkürlich, so unwillkürlich wie jede Reflexbewegung. Aehnlich verhält es sich, wenn eine Linie oder eine ganze Summe von Linien, eine Zeichnung im Gesichtsfeld sich darbietet; die Augenbewegungen werden zwar hier verwickelter, aber die Accomodationsbewegung ist ebenso einfach. Sind endlich die gesehenen Gegenstände körperlich ausgedehnt, so folgen die Accomodationsbewegungen dem früher erörterten Gesetze, ehe sie der Willkür anheimfallen. — In allen Fällen sind es somit die dominirenden Linien und Punkte im Sehfeld, welche den Accomodationsmechanismus beherrschen; und diese dominirenden Linien und Punkte werden durch die Contouren und Farbengrenzen der äussern Gegenstände gebildet. Der Accomodationsmechanismus ist in dieser

Hinsicht einem Zwang unterworfen, von dem er nur unter gewissen Umständen sich zu befreien vermag. Jeder Punkt, jede Linie im Sehfeld ruft ein unwillkürliches Bestreben hervor, deutlich gesehen zu werden; Netzhaut und Accomodationsapparat sind aber offenbar durch einen physiologischen Mechanismus so mit einander verknüpft, dass Anregungen bestimmter Art, die von der Netzhaut ausgehen, eine Zusammenziehung der Accomodationsmuskeln auslösen, ähnlich wie bestimmte Eindrücke auf empfindende Theile bestimmte Reflexbewegungen zur Folge haben.

Wenn wir sonach die Accomodation als einen Reflexvorgang betrachten können, so gilt dies jedoch in strengem Sinne nur von der unwillkürlichen Anpassung; diese geht aber, wie schon bemerkt, dem willkürlichen Anpassungsvermögen ganz ebenso voraus und ermöglicht dasselbe, wie überhaupt die Reflexbewegungen die Grundlage der willkürlichen Bewegung sind. Auffallend ist hierbei nun der Umstand, dass beim ausgebildeten Gesichtsvermögen, wie es scheint, nicht jeder Reiz auf die Netzhaut die Accomodation anregt, sondern dass nur undeutlich gesehene Punkte und Linien eine derartige Anregung ausüben. Dieses Verhalten könnte man einfach durch die Annahme erklären wollen, zwischen Zerstreuungskreis und Accomodation bestehe ein angeborener Zusammenhang, vermöge dessen der erstere die letztere zu seiner Vernichtung anrege, die Netzhaut habe also gewissermaassen eine angeborene Scheu vor Zerstreuungskreisen, und der Accomodationsapparat sei ihr beigegeben, um sich gegen dieselben zu schützen. Diese Annahme hat jedoch, abgesehen davon dass sie gar nicht erklärt, warum der Zerstreuungskreis einen so besonderen Reiz für die Accomodationsmuskeln abgiebt, hauptsächlich gegen sich, dass jener Zusammenhang der Accomodation, den sie für einen angeborenen hält, nicht einmal mit einer besonderen Qualität der Empfindung sondern lediglich mit einer Eigenthümlichkeit der Wahrnehmung stattfindet; Alles aber was in das Gebiet der Wahrnehmung fällt beruht ja auf dem Ablauf bestimmter logischer Processe, die durch äussere Anregungen erst geweckt werden müssen, also erst während des Lebens entstehen können. Dies weist uns darauf hin, dass der Zusammenhang zwischen der Accomodation und den dominirenden Linien und Punkten im Sehfeld ein erworbener ist, und dass er aus einem andern ursprünglicheren Zusammenhang, der zwischen der Accomodation und der reinen Empfindung besteht, sich erst hervorbildet. Dies geschieht nun offenbar auf dieselbe Weise, wie die ursprünglich regellosen Reflexbewegungen allmälig zu

Bewegungen von genau bestimmtem Umfange werden, und daher schliesslich den Charakter der Zweckmässigkeit an sich tragen. Wenn auch jede Gesichtsempfindung anfänglich auf reflektorischem Wege eine Zusammenziehung der Accomodationsmuskeln veranlasst, so werden doch sehr bald von der Summe aller Gesichtsempfindungen diejenigen sich aussondern, die durch jene Thätigkeit der Accomodationsmuskeln eine Veränderung erfahren, dies sind aber die dominirenden Linien und Punkte im Sehfeld, deren Zerstreuungskreise bei wechselnder Anpassung bald grösser oder kleiner werden, bald ganz verschwinden. In kurzer Zeit gewinnt so die zuvor regellose Accomodationsbewegung an den dominirenden Linien und Punkten einen Halt, durch sie lernt der sich entwickelnde Mensch deutliche und undeutliche Gesichtswahrnehmungen unterscheiden, und ihre Zerstreuungskreise werden schliesslich nicht nur zu einem besondern Netzhautreiz für die Accomodationsbewegungen sondern auch zu einem Maass für den Umfang derselben.

Wir ersehen aus diesen Betrachtungen, dass ursprünglich die Accomodation ein durchaus unwillkürlicher und unbewusster Akt ist. Damit sie jemals zu einem Akt der Willkür werden könne, dazu ist zuerst erforderlich, dass sie zum Bewusstsein gelange, und dies geschieht durch das Accomodationsgefühl; sobald durch das letztere der Anpassungsvorgang ein bewusster geworden ist, ist auch die Möglichkeit gegeben, dass sich in jedem Augenblick die Willkür ihm zuwende. Beim ausgebildeten Menschen ist daher die Accomodation nur in folgenden drei Fällen noch eine unwillkürliche: erstens, wenn im ganzen Sehfeld nur eine einzige Fläche sich befindet, die durch dominirende Linien und Punkte einer bestimmten Anpassung und in Folge dessen einer deutlichen Wahrnehmung fähig ist, hier ist, wie wir gesehen haben, die Accomodation einem Zwang unterworfen, von dem sie selbst mit aller Anstrengung des Willens schwer sich befreien kann; zweitens, wenn das Auge plötzlich vor ein noch unbekanntes mit in verschiedenen Entfernungen befindlichen Gegenständen erfülltes Sehfeld tritt, in den ersten Momenten der Wahrnehmung, hier erfolgt die Anpassnng, bevor sie der durch die Aufmerksamkeit gelenkten Willkür anheimfällt, in der bestimmten Reihenfolge der deutlichen Wahrnehmbarkeit, so zwar, dass der Wille jeden Augenblick die Accomodation zu fixiren und also die Reihe, bevor sie ganz abgelaufen ist, zu schliessen, nicht aber einzelne Glieder der Reihe zu überspringen vermag; den dritten Fall unwillkürlicher Accomodation haben wir endlich

dann, wenn überhaupt die Aufmerksamkeit gänzlich von den Objekten des äussern Sinnes abgelenkt ist, hier zeigt uns eine plötzlich auf die Accomodation sich richtende Selbstbeobachtung, dass unser Accomodationsapparat hierbei keineswegs etwa in Ruhe, also auf unendliche Ferne gerichtet, sondern dass er meistens bestimmten Gegenständen im Sehfeld, die zugleich auf der Stelle des deutlichsten Sehens sich abbilden, angepasst ist, und höchst wahrscheinlich erfolgt dann gleichfalls die Anpassung nach dem Gesetz des Ueberwiegens der am deutlichsten wahrnehmbaren Objekte. Die letztere Behauptung scheint vielleicht dem zu widersprechen was täglich die objektive Beobachtung uns lehrt: der Blick des in seine Gedanken versunkenen Menschen ist meistens, ohne an einem bestimmten Gegenstande zu haften, in unendliche Ferne gerichtet; aber dieser Widerspruch ist nur ein scheinbarer, denn der Denkende hat absichtlich sein Auge von den Gegenständen seiner unmittelbaren Umgebung hinweggewandt, damit ihre unwillkürliche Wahrnehmung nicht seine Aufmerksamkeit fessle, auf Dinge aber, die überhaupt nicht in seinem Sehfelde sich befinden, kann er auch nicht accomodirt sein, und in die Ferne wendet er seinen Blick, weil die Eindrücke aus weiterer Ferne ihrer geringeren Intensität und grösseren Gleichförmigkeit wegen seine Aufmerksamkeit weniger in Gefahr bringen. Uebrigens giebt es noch eine besondere Form des nachdenkenden Blickes, der grübelnde Blick, welcher die Eigenthümlichkeit hat, dass er Gegenstände aus sehr grosser Nähe in's Auge fasst, und bei diesem ist das Auge auch immer auf den Convergenzpunkt der Sehaxen accomodirt, selbst wenn der fixirte Gegenstand mit Bewusstsein gar nicht gesehen wird. Nur in seltenen Fällen völliger Geistesabwesenheit scheint es auch vorzukommen, dass das Auge in die Nähe blickt, ohne für die Nähe sich anzupassen, so dass bei plötzlich erwachender Aufmerksamkeit Alles mit Zerstreuungskreisen erscheint, in diesem Falle wäre also der physiologische Mechanismus, der zwischen der Accomodation und den dominirenden Linien im Sehfelde besteht, vollständig gelöst, und zwar ohne dass der Wille sich einmischt. Diese momentane und unwillkürliche Lösung eines sonst constanten Zusammenhanges findet in andern Erscheinungen ihre Analoga, namentlich pflegt sie Theilerscheinung einer allgemeinen Muskelruhe, d. h. eines plötzlichen Stehenbleibens sämmtlicher Körpermuskeln in den im Moment gerade vorhandenen Contraktionsgraden, zu sein.

Ausser diesem unwillkürlichen zeitweisen Schwinden des Zusammenhangs zwischen der Accomodation und den domini-

renden Linien im Sehfelde, giebt es aber noch eine willkürliche Lösung desselben. Wir haben bereits gesehen, dass schon beim gewöhnlichen willkürlichen Fixiren eines einzelnen Punktes von bestimmter Entfernung etwas derartiges stattfindet, indem die Accomodation hierbei von allen übrigen noch in andern Entfernungen vorhandenen Punkten abstrahirt; aber dieses Abstrahiren wird ihr hier sehr erleichtert, ja es wird ohne besondern Hinzutritt des Willens nothwendig, da der fixirte Punkt zugleich auf die Stelle des deutlichsten Sehens fällt und daher bei weitem am schärfsten wahrgenommen werden kann. Anders ist es schon, wenn man nicht auf den fixirten, sondern auf einen andern indirekt gesehenen Punkt die Aufmerksamkeit richtet und auf ihn zu accomodiren sucht; hier gelingt dies bekanntlich viel schwieriger, und in einem unbewachten Moment fällt die Accomodation leicht in den Zustand zurück, welcher der Entfernung des fixirten Punktes entspricht, obgleich hier der erwähnte Zusammenhang zwischen der Accomodation und den Punkten und Linien im Sehfeld keineswegs aufgehört hat, sondern die erstere immer noch an dem indirekt gesehenen Punkt einen Halt besitzt und ihr vom Willen nur zugemuthet wird, von zwei Anregungen der schwächeren Folge zu leisten. Vollständig ist die Lösung jenes Zusammenhangs nur da, wo das Auge mit Absicht einer Entfernung angepasst ist, in der gar kein dominirender Punkt sich befindet. Betrachten wir jedoch diesen Fall etwas näher, so zeigt es sich, dass eine derartige gegenstandslose Accomodation nur dann möglich wird, wenn man sich in der gewählten Entfernung einen Punkt denkt, den man fixirt und auf den man das Auge einrichtet. Diese Accomodation ist übrigens eine durchaus ungewöhnliche und findet, wie auch die Accomodation auf einen indirekt gesehenen Punkt, wohl kaum je anders als in physiologischen Versuchen eine Anwendung; aber auch hier ist, wie man sieht, das Auge nicht ganz ohne Halt, ja streng genommen ist dieser Fall nicht verschieden von dem ganz gewöhnlichen, wo man auf einen willkürlich fixirten Punkt accomodirt, nur ist dieser Punkt hier nicht ein wirklicher sondern bloss ein gedachter.

3. Ueber die Bewegungen des Auges.

Wir haben uns überzeugt, dass die Accomodation nur in sehr beschränktem Umfange die Bestimmung räumlicher Distanzen vermitteln kann, und dass sie auch da wo sie eine Anwendung findet, nämlich innerhalb der Accomodationsgrenzen, immer nur zu relativen Entfernungsschätzungen führt.

Es frägt sich nun: besitzen wir beim Sehen mit einem Auge noch ein anderes Hülfsmittel für die räumliche Wahrnehmung? Ein solches Hülfsmittel, das an Wichtigkeit das Accomodationsgefühl noch weit übertrifft, ist in der That vorhanden in den Bewegungen des Augapfels und den mit ihnen verbundenen Muskelempfindungen. An Wichtigkeit ist dieses Hülfsmittel nicht bloss desshalb der Accomodation überlegen, weil es in den Entfernungsschätzungen nach der Tiefe des Raumes eine ausgedehntere Anwendung findet, sondern namentlich desshalb, weil auf ihm zugleich die räumliche Flächenwahrnehmung beruht. Bevor wir dem letzteren Gegenstande uns zuwenden können, müssen wir die Augenbewegungen selber etwas näher in's Auge fassen.

Wir können innerhalb des beschränkten Bewegungsumfanges des Auges der Sehaxe jede beliebige Richtung geben, aber der Weg, auf dem sie in diese Richtung gelangt, und die Stellung, in die gleichzeitig alle übrigen Punkte des Auges gebracht werden, ist uns an und für sich ebenso wenig bekannt wie die Wirkungsweisen der einzelnen Augenmuskeln, aus denen jene Lageveränderungen hervorgehen, und erst speciell darauf gerichtete Untersuchungen vermögen hierüber Aufschluss zu geben. Donders und Ruete gebührt das Verdienst, eine exaktere Untersuchung der Augenbewegungen zuerst auf experimentellem Wege angebahnt zu haben, indem sie eine vortreffliche Methode zur Ermittlung der Augenstellungen kennen lehrten. Sie benützten für diesen Zweck das Nachbild eines vertikal stehenden linearen Gegenstandes und bestimmten die Neigungen, welche dasselbe bei verschiedenen Richtungen der Sehaxe im Vergleich zu einer bestimmten Ausgangsstellung zeigte.

Obgleich diese Untersuchungen, die ausserdem noch durch Meissner und Fick zum Theil nach abweichenden Methoden angestellt wurden, nicht immer zu übereinstimmenden Ergebnissen und namentlich noch nicht zu einem bestimmten Gesetze der Augenstellungen führten, so scheint doch im Allgemeinen aus denselben hervorzugehen, dass einer jeden Richtung der Sehaxe eine ganz bestimmte und unveränderliche Drehung um dieselbe entspricht; in eigenen Beobachtungen habe ich mich überdies davon überzeugt, dass diese Drehung die gleiche ist, auf welchem Weg man auch die Sehaxe in jene Richtung führen mag.

In diesen Untersuchungen ist nur der Anfang gemacht zur Ermittlung eines Gesetzes der Augenstellungen, ohne dass man bis jetzt weiter als zur Aufstellung von empirischen Resultaten oder Interpolationsformeln gekommen wäre. Aber gesetzt

auch, man hätte für jede einzelne Stellung der Sehaxe die bestimmte Lage, welche in derselben allen übrigen Punkten des Augapfels zukäme, ermittelt, so wäre damit über die wirklichen Bewegungen des Auges ganz und gar noch nichts ausgesagt, sondern es liessen sich immer noch alle möglichen Wege denken, auf welchen die Sehaxe aus einer ersten in eine beliebige zweite Lage übergeführt werden könnte, und es bliebe durchaus unbestimmt, welcher dieser unendlich vielen Wege derjenige ist, den die Sehaxe bei continuirlichem Uebergang von einem Fixationspunkt zum andern in Wirklichkeit einschlägt. Obgleich demnach genauere experimentelle Untersuchungen über die Augenbewegungen selber bis jetzt nicht vorliegen, so hat doch die Theorie bereits einige Versuche gemacht der Erfahrung vorauszugreifen, und diese Versuche sind, wenn auch verfrüht, immerhin schon desshalb bemerkenswerth, weil sie auf dem Weg der Ausschliessung vielleicht zum Richtigen hinlenkten, indem man gewisse hypothetische Voraussetzungen machte und die aus ihnen abgeleiteten Resultate theils nach ihrer allgemeinen Wahrscheinlichkeit prüfte theils mit den durch die Untersuchung der Augenstellungen erhaltenen Ergebnissen verglich.

Meissner[1]) ging von der geometrisch einfachsten Annahme aus, dass die Drehungsaxe des Auges während einer continuirlichen Bewegung constant bleibe, und er glaubte diese Annahme dadurch begründet, dass eine veränderliche Drehungsaxe den Augenmuskeln einen allzu complicirten Mechanismus zumuthen würde. Die Richtigkeit dieser Annahme vorausgesetzt liesse sich nun in der That fast ganz a priori ein Gesetz der Augenbewegungen ableiten. Nimmt man nämlich (was in Meissner's später zu erwähnenden Versuchen über den Horopter seine Begründung findet) diejenige Stellung des Auges als Primärstellung an, bei welcher das Auge 45^0 unter den Horizont geneigt und gerade aus (senkrecht zu der die vereinigten Knotenpunkte beider Augen verbindenden Geraden) gerichtet ist, so kann das Auge aus dieser Anfangsstellung erstens um zwei auf der optischen Axe senkrecht stehende Drehungsaxen und zweitens um unendlich viele Drehungsaxen, die zu jener eine verschiedene Neigung haben, möglicherweise bewegt werden. Die Stellungen, in welche das Auge durch die ersteren Bewegungen gelangt, und welche das Ausgezeichnete haben, dass sie mit keiner Drehung um die optische Axe verbunden sind, werden als Sekundärstellungen, alle

[1]) Archiv f. Ophthalmologie, Bd. II, 1.

übrigen von einer auf die optische Axe projicirten Drehung begleiteten als Tertiärstellungen bezeichnet. Die Zahl der unendlich vielen Drehungsaxen, um die das Auge möglicher Weise in die Tertiärstellungen gelangen könnte, wird nun aber durch die Voraussetzung beschränkt, dass die Drehung um eine feste Axe geschehen soll, und durch die Thatsache der Constanz der Lage des Auges bei bestimmter Richtung der Sehaxe. Aus der letzteren folgt, dass die Sehaxe nur auf einem einzigen Wege aus einer bestimmten Anfangsstellung in eine zweite Stellung übergeführt werden kann, continuirliche Drehung vorausgesetzt, und dass daher alle Drehungsaxen in einer und derselben Ebene liegen; diese Ebene ist aber offenbar durch die bekannten Drehungsaxen für die Sekundärstellungen als eine im Drehpunkt auf der Primärstellung senkrechte schon gegeben, und durch die Annahme einer festen Drehungsaxe ist diese nun selber bestimmt als eine auf der ersten und zweiten Richtung der Sehaxe senkrechte Linie. — Wenn das Auge nicht aus der Primärstellung sondern aus irgend einer zweiten Lage in eine andere gedreht wird, so macht dies principiell keinen Unterschied, sondern auch hier ist eine Ebene der geometrische Ort aller Drehungsaxen, und jede Drehungsaxe steht senkrecht auf der ersten und zweiten Richtung der Sehaxe.

Meissner's Schlüsse sind im Ganzen folgerichtig, sobald man die eine Annahme zulässt, dass die Drehungsaxe eine feste sei. Diese Annahme scheint aber weder experimentell sich zu bestätigen (Meissner's eigene Versuche zeigen sehr erhebliche Abweichungen von den theoretisch berechneten Resultaten), noch scheinen die a priori für sie angeführten Gründe genügend zu sein. Fick[1]) hat in letzterer Hinsicht die richtige Bemerkung gemacht, dass was geometrisch das Einfachste sei dies nicht auch gerade in physiologischer Beziehung sein müsse, und dass den die Augenmuskeln beherrschenden Nervencentren vielleicht die allerschwierigste Variation der Reize aufgebürdet würde, wenn die Drehungsaxe während einer ganzen endlichen Bewegung dieselbe bleiben sollte[2]). — Fick selber hat desshalb einen andern Weg betreten, indem er von dem physiologisch einfachsten Princip ausging,

---

[1]) Moleschott's Untersuchungen. Bd. V. S. 194 f.

[2]) Was die Drehungsweisen bei beweglicher Drehaxe betrifft, so hat Meissner von den unendlich vielen, die hier möglich wären, ebenfalls bereits zwei untersucht, die sich durch gewisse constant bleibende Coordinatenverhältnisse auszeichnen, die aber im Auge, wie die Ergebnisse der Untersuchung lehren, jedenfalls nicht realisirt sind. (A. a. O. §. 3 und §. 4).

dass unter den unendlich vielen Lagen, welche das Auge bei gegebener Richtung der Sehaxe einnehmen könnte, immer diejenige in Wirklichkeit stattfinde, welche den aktiv contrahirten Muskeln weniger Gesammtanstrengung zumuthe als jede andere; dabei sieht Fick vorerst noch von den Augenbewegungen ab und sucht nur nach statischen Grundsätzen die Augenstellungen abzuleiten. Auf den ersten Blick scheint es vielleicht, als wenn dieser Weg am sichersten zum Ziele führen müsste, aber erwägt man, wie sehr approximativ die relativen Zugkräfte von Muskeln durch Messungen sich bestimmen lassen, und wie man vollends bei der Bestimmung der Widerstände lediglich auf eine ganz ungefähre Schätzung angewiesen ist, so erscheint es zweifelhaft, ob man je auf diese Weise zu besonders verwerthbaren Resultaten werde gelangen können, um so mehr als in den der Rechnung zu Grunde gelegten Verhältnissen offenbar individuelle Schwankungen in ziemlicher Ausdehnung stattfinden und niemals die Resultate, welche Messungen an einem bestimmten Auge ergeben, an demselben Auge durch den Versuch sich prüfen lassen. Zudem scheint endlich die ganze Voraussetzung, dass eine Muskelgruppe zum Vollzug einer bestimmten Bewegung sich immer das Minimum der hierbei möglichen Gesammtanstrengung aussuche, obgleich sie allerdings a priori viel Wahrscheinlichkeit für sich hat, durch anderweitige Erfahrungen nicht hinreichend gestützt zu sein, um sie ohne Weiteres an die Spitze einer Untersuchung zu stellen. Die Resultate, die Fick durch die Rechnung erhalten hat, sind wenig geeignet diese Bedenken zu heben.

Die auf die Sehaxe projicirten Drehstellungen des Auges, die immer nur wenige Winkelgrade betragen, sind an und für sich für die Zwecke, zu denen wir uns hier auf die Erörterung der Augenbewegungen eingelassen haben, von sehr wenig Bedeutung, es würde ihnen eine solche nur zukommen, wenn sie sich zu Schlüssen über die wirklichen Bewegungen des Auges benützen liessen. Da dies nicht der Fall ist, so müssen wir nach andern Methoden zur Ermittlung derselben uns umsehen.

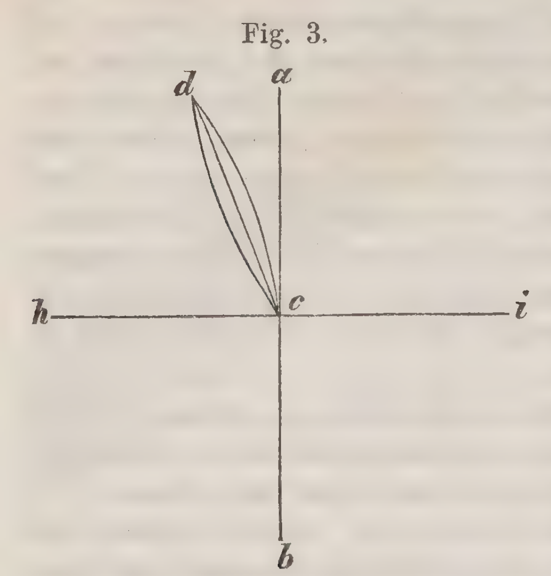
Das Auge kann annähernd als eine um ihren festen Mittelpunkt sich drehende Kugel betrachtet werden. Die Bewegung eines auf diese Weise sich drehenden Körpers ist nun in ihrem Verlauf vollständig bestimmt, wenn erstens die Lage bekannt ist, welche irgend ein sich bewegender Punkt des Körpers in jedem Moment der Bewegung einnimmt, und wenn zweitens diejenige Drehung gegeben ist, welche der Körper in jeder dieser Lagen in Bezug auf eine durch jenen Punkt gelegte Axe

erfahren hat. Zu dieser Axe werden wir offenbar im Auge am einfachsten die Sehaxe selber nehmen, und es reducirt sich dann das ganze Problem der Augenbewegungen erstens auf die Ermittlung der Bewegungen der Sehaxe und zweitens auf die Bestimmung der auf dieselbe projicirten Drehungen des Augapfels. Die bisherigen Untersuchungen haben allein den zweiten Theil der Aufgabe berücksichtigt, ihr erster Theil aber ist für uns bei weitem von überwiegender Bedeutung, da die räumliche Flächen- und Tiefenwahrnehmung wesentlich von den Bewegungen der Sehaxe abhängt, während die Drehungen um dieselbe als solche in dieser Hinsicht nicht in Betracht kommen.

Die Bewegungen der Sehaxe sind nicht an einen strengen Zwang gebunden, sondern wir vermögen dieselben innerhalb des überhaupt möglichen Drehungsumfanges des Auges vollkommen willkürlich zu beherrschen, wir können Linien von jeder Krümmung und von jeder Richtung fixirend verfolgen. Anders ist dies, wenn wir nicht fixiren, sondern in continuirlicher Bewegung von einem Fixationspunkt zu einem entfernteren übergehen. Hier wissen wir über den Weg der Sehaxe von vornherein gar nichts, und erst besondere Versuche werden uns darüber Aufschluss zu geben vermögen, aber wir werden auch ohne diese wenigstens vermuthen dürfen, dass in diesem Falle die Sehaxe sich nicht in völlig regelloser Weise bewegt, sondern dass dieselbe, um von einem Fixationspunkt zu einem bestimmten andern überzugehen, immer den gleichen Weg einschlägt. Schon durch das blosse fixirende Verfolgen von Linien verschiedener Richtung und Krümmung können wir zu einer Vermuthung gelangen über die Art, wie die Sehaxe sich wirklich bewegt, wenn sie nicht zu fortwährender Fixation genöthigt wird. Wir können nämlich mit Wahrscheinlichkeit annehmen, dass diejenige Linie, welche die Sehaxe, wenn sie in bestimmter Richtung sich bewegt, am ungezwungensten fixirend verfolgt, derjenigen ähnlich kommt, welche die Sehaxe bei freier Bewegung einschlagen würde. Stellt man nun diese Probe an, so kömmt man zu folgendem Ergebnisse. Man findet, dass, wenn man von einem Fixationspunkt c aus, Fig. 3, zu einem andern vertikal über ihm gelegenen a oder zu einem vertikal unter ihm gelegenen b übergehen will, man am ungezwungensten in den geraden Linien ca und cb verbleibt; ebenso verhält es sich, wenn man nach den horizontal von c gelegenen Punkten h oder i übergeht. Geht man dagegen zu irgend einem Punkt über, der schräg zur Horizontalen geneigt ist, z. B. zu dem links oben gelegenen Punkte d, so fällt es sehr

schwer während der ganzen Bewegung in der geraden Linie zu bleiben, ebenso ist es für das Auge unangenehm, in dem nach innen, gegen c a, convexen Bogen sich zu bewegen, der Weg hingegen, der vollkommen ungezwungen eingeschlagen wird, ist derjenige Bogen, der seine Convexität nach aussen kehrt. Zu entsprechenden Resultaten gelangt man in den übrigen drei der vier Quadranten, in welche das Sehfeld durch die Linien a b und h i getheilt wird: bei jeder schräg nach aussen gehenden Bewegung ist der am leichtesten zu verfolgende Bogen nach aussen convex, bei jeder Bewegung nach innen ist derselbe nach innen convex.

Fig. 3.



So sehr aus diesen Vorversuchen schon mit Wahrscheinlichkeit auf die wirklichen Wege der Sehaxe bei freier Bewegung des Auges geschlossen werden kann, so sind dieselben doch nicht genügend, um hierin vollständige Sicherheit zu verschaffen. Zur definitiven Untersuchung schlug ich daher folgende Methode ein. Ein Bogen Papier wurde in quadratische Felder getheilt und jedes dieser wurde mit einer Zahl, einem Buchstaben oder einem andern Merkpunkt versehen. Die Merkpunkte müssen so gewählt werden, dass sie bei raschem Ueberfliegen leicht erkannt und nachher leicht wieder aufgefunden werden können, die gleichen dürfen daher nur in grösseren Abständen sich wiederholen. Man fixire nun zunächst bei gerade aus gerichteter Sehaxe einen dieser Punkte, während man das Papier in einer auf der Sehaxe senkrechten Ebene und in bestimmtem Abstand vom Auge hält; zugleich merke man sich einen andern Punkt, den man gerade noch im indirekten Sehen beobachten kann, und auf den man die Sehaxe überzuführen gedenkt, es ist gut, diesen Punkt noch mit einem besondern Zeichen zu versehen, damit man ihn nicht etwa verliere. Geht man nun vom ersten Fixationspunkt in continuirlicher Bewegung zum zweiten über, so ist es nach einiger Uebung leicht möglich, wenigstens e i n e n zwischenliegenden Punkt, der mit der Sehaxe überfahren wird, wahrzunehmen; macht man daher denselben Weg in derselben Richtung mehrmals nach einander, so kann man leicht mehrere

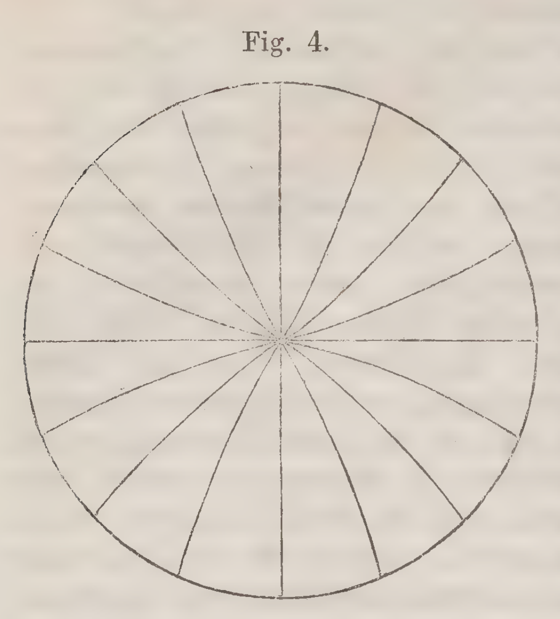
derartige Punkte auffinden, und durch Verbindung derselben erhält man die Curve, welche die bis zur Fläche des Sehfeldes verlängert gedachte Sehaxe in diesem beschreibt.

Diese Versuche, deren Resultat nothwendig vollkommen objektiv ist, geben in Bezug auf die Wege, welche die Anfangs gerade nach vorn gerichtete Sehaxe nach den vier Quadranten des Sehfeldes einschlägt, ein mit unsern Vorversuchen übereinstimmendes Ergebniss, sie sind aber überdies geeignet, über die Krümmung der Bögen, welche die in's Sehfeld verlängerte Sehaxe in diesem beschreibt, wenn sie nicht in der durch sie gelegten Vertikal- oder Horizontalebene bleibt, genaueren Aufschluss zu geben. Man findet, dass jene Krümmung von der der Vertikalbewegung entsprechenden Geraden ausgehend allmälig zunimmt, bis sie bei einer Bewegungsrichtung von 45^0 gegen den Horizont ein Maximum erreicht; von da nimmt sie wieder allmälig ab, um im Horizont selber wieder in eine gerade Linie überzugehen. Dabei ist das Verhalten vollkommen symmetrisch nach aussen und innen von der durch die Sehaxe in ihrer Anfangsstellung gelegten Vertikalebene und nach oben und unten von der durch sie in derselben Stellung gelegten Horizontalebene. — Weiterhin liefern diese Versuche das Ergebniss, dass die ermittelten Bewegungen der Sehaxe nicht etwa an eine bestimmte Lage derselben gebunden sind, dass sie nicht bloss von einer einzigen bestimmten Primärstellung ausgehen, sondern, in welcher Neigung zur Medianebene des Kopfes und zum Horizont sich die Sehaxe auch befinden möge, immer haben die Linien, welche die von hier aus geschehenden Bewegungen derselben im Sehfelde darstellen, den gerade fixirten Punkt zum Durchschnittspunkt und geschehen, insoweit sie nicht durch den Bewegungsumfang des Augapfels beschränkt werden, in der Weise, dass die Sehaxe in einer durch sie und durch den vertikalen oder horizontalen Meridian des Auges gelegten Ebene mit ihrem Endpunkt im Sehfeld sich geradlinig bewegt, während sie in allen andern Richtungen Bögen beschreibt, welche Bögen in den äusseren der vier Quadranten, in die jene Ebenen das Sehfeld trennen, nach aussen convex, in den inneren Quadranten mit ihrer Convexität nach innen gekehrt sind.

Man kann sich die Bewegungen der Sehaxe durch die Fig. 4 versinnlichen, in welcher rings um den Fixationspunkt die verschiedenen Wege gezeichnet sind, die sie von ihm aus im Sehfelde nehmen kann. Diese Figur ist nicht fest, sondern sie wandert gewissermaasen mit der Sehaxe herum; sobald dieselbe auf irgend einer der Linien zu einem neuen Fixations-

punkt übergegangen ist, so ist dieser auch zu einem neuen Bewegungsmittelpunkte geworden, von dem die Bewegungen wieder in gleicher Weise ausgehen, insoweit nicht ihr Umfang in Folge der beschränkten Drehungsamplitude des Augapfels sich geändert hat. Die wirklichen Bewegungen der Sehaxe bieten übrigens noch eine sehr grosse Mannigfaltigkeit, weil sie continuirliche gerade Linien oder Bogen nur beim Uebergang vom einen Fixationspunkt zum andern beschreibt. Sowie aber ihre Bewegung in Absätzen geschieht, so hat auch die Curve, die sie beschreibt, an jedem zwischenliegenden Fixationspunkt einen Wendepunkt. Die Wendepunkte rücken um so näher zusammen, je näher sich die Fixationspunkte kommen, wenn wir daher eine Linie fixirend verfolgen, so sind sie sich unendlich nahe, die Linie, welche den Bewegungen der Sehaxe im Sehfeld entspricht, wird mit der fixirend verfolgten Linie identisch.

Fig. 4.



Die erörterten Bewegungen der Sehaxe spielen eine grosse Rolle bei der Anschauung von Natur- oder Kunstformen und bilden die physiologische Grundlage für den ästhetischen Eindruck, den diese Formen auf uns hervorbringen. Schon Joh. Müller ist gerade durch diese Verhältnisse zu einer richtigen Ahnung geführt worden. Er sagt: „die Bewegungen der äussern Natur sind durch dieselbe Wesenheit schön, als wodurch sich das Auge in seinen Bewegungen gefällt.“ Er glaubt nun, geradlinige Bewegungen seien uns minder natürlich, ein wohlgebildetes Auge gehe, wo es immer kann, in Bogenlinien von einem Gegenstande zu anderen fixirend über[1]). — So viel ich jedoch finden kann, machen geradlinige Formen, wenn sie vertikal aufsteigen, uns keineswegs einen unangenehmen, sondern einen imposanten Eindruck. Hierauf beruht z. B. der Eindruck des gothischen Baustyls, bei dem eine Menge in grosse Höhe aufsteigender gerader Linien benützt sind, um auf uns eine so erhebende Wirkung zu üben, wie sie durch

---

[1]) Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. S. 262 u. f.

andere Formen niemals erzielt werden kann. Ebenso sind eine Reihe gerader Linien, die in einer horizontalen Flucht sich ausbreiten, z. B. ferne Häuserreihen, die in regelmässigem Parallelismus vor uns aufgebaut sind, uns von keinem unangenehmen Eindruck. Sehr ungern erträgt dagegen unser Auge schräg geneigte Flächen von grösserer Ausdehnung und ganz peinlich werden uns vollends solche Flächen, wenn sie sich parallel zu einander oft wiederholen, wie das z. B. im chinesischen Baustyl häufig realisirt ist, wo mehrfache parallele Dächer in geringen Entfernungen über einander vorzukommen pflegen. Alle schräg geneigten Flächen verlangt unser Auge bogenförmig angelegt, und wo die Fläche von grösserer Ausdehnung ist, da muss der Bogen in einer Schlangenlinie verlaufen, damit wir an deren Wendepunkt einen Ruhepunkt haben, von dem aus die Sehaxe nach auf- oder abwärts geht. Aber auch die Form der Bogen ist uns hierbei gar nicht gleichgültig: eine bis zur Spitze mit nach aussen convexen Bogenlinien zulaufende Kuppel würde unser ästhetisches Gefühl beleidigen, wir verlangen durchaus, dass eine Kuppel mit nach innen convexen Bögen endigt, und erst unter diesen macht die umgekehrte Krümmung einen wohlgefälligen Eindruck. Der Grund hierfür liegt darin, dass wir ein architektonisches Kunstwerk niemals von der Spitze anfangend betrachten, sondern wir nehmen irgend einen durch die Form selber gegebenen Ruhepunkt, wie z. B., wenn man speciell die Kuppel in's Auge fassen will, den Wendepunkt der Schlangenlinie, die ihre Bögen mit einander bilden, zum ersten Fixationspunkte und gehen dann von diesem aus nach oben oder nach unten. Das Auge verlangt nun, um eine Form angenehm zu finden, dass die von diesem Ruhepunkt ausgehenden Contouren den Bewegungslinien der Sehaxe conform seien, es verlangt also bei der Bewegung nach oben entweder eine vertikal ansteigende Gerade oder einen Bogen, der nach aussen concav ist, bei der Bewegung nach unten entweder wieder eine vertikale Gerade oder einen Bogen, der nach aussen convex ist. Aehnlich verhält es sich bei der Anschauung von Naturgegenständen: eine Bergkette, deren einzelne Bergrücken gleichmässig convex sind, spricht uns sehr wenig an, nicht wegen ihrer Einförmigkeit, sondern weil die Formen dem Auge wirklich wehe thun, und dieses bleibt mit wahrer Lust auf der kleinsten Concavität ruhen, die es irgendwo noch erspähen kann, auch hier liegt der Grund darin, dass wir eine Gegend nie von den Berggipfeln anfangend betrachten, sondern mit unserm Auge von unten nach oben gehen. Eine Reihe von

Berggipfeln, die abschüssig, mit ihrer Concavität nach aussen gekehrt, ansteigt, gefällt uns trotz ihrer Einförmigkeit, ja eine derartige Gebirgsgegend macht auf uns eine um so grössere Wirkung, je gleichmässiger diese Bergform sich wiederholt.

Es liessen sich noch eine Reihe ähnlicher Thatsachen anführen, die alle aus dem gleichen Princip sich erklären. Jeder, der auf diesen Gegenstand aufmerksam ist, wird aber leicht genug Beispiele in seinem Beobachtungskreis auffinden, welche als Bestätigungen des experimentell ermittelten Bewegungsprincips des Auges im Gebiet alltäglicher Erfahrung dienen können. Schliesslich genüge es hier, nur zu erwähnen, dass dasselbe Princip für die Physiognomik des Blicks von der grössten Wichtigkeit ist, indem viele hierher gehörige Thatsachen in demselben erst ihre Erklärung finden; die nähere Erörterung dieser anthropologischen Frage liegt unserm jetzigen Zweck allzu ferne. Ebenso müssen wir die genauere experimentelle Darlegung der Wege der Sehaxe und die an sie sich anschliessenden theoretischen Folgerungen einem andern Ort vorbehalten, und wir beschränken uns in letzterer Hinsicht auf folgende Bemerkung, die unmittelbar aus den bisherigen Ermittlungen sich ergiebt.

Die Bewegungen der Sehaxe können nur dann um eine feste Axe erfolgen, wenn das Ende der Sehaxe grösste Kreise beschreibt, wenn sie also verlängert gedacht im Sehfeld gerade Linien verfolgt. Dies ist, wie wir gefunden haben, nur der Fall, wenn sie in einer durch den vertikalen oder horizontalen Netzhautmeridian gelegten Ebene bleibt. Da sie sich in allen andern Richtungen in Bogenlinien bewegt, also keine grössten Kreise beschreibt, so muss auch die Drehungsaxe für alle diese Richtungen eine bewegliche sein, und die Ermittlung des Orts der momentanen Drehungsaxe hängt dann ab von der Beschaffenheit des durchlaufenen Bogens. Da der Krümmungshalbmesser dieses Bogens höchst wahrscheinlich veränderlich ist, so wird die analytische Ableitung des augenblicklichen Ortes der Drehungsaxe sehr verwickelt, geometrisch lässt sich dagegen derselbe in allen Fällen auf sehr einfache Weise auffinden. Die Sehaxe beschreibt bei ihrer Bewegung zwei gekrümmte Flächen, von denen die eine nach vorn, die andere nach hinten vom Drehpunkte liegt, davon brauchen wir nur die erstere zu berücksichtigen, weil die andere sich ganz symmetrisch verhält, so dass beide nur die zwei zusammengehörigen Drehungshalbaxen liefern; wir ziehen also bei der ganzen Drehung nur die nach vorn gekehrte Halbkugel des Auges in Betracht. Um nun die Drehungsaxe für irgend einen

Moment der Bewegung zu finden, lege man an das Flächenelement, das der momentanen Lage der Sehaxe entspricht, eine tangirende Ebene; errichtet man auf diese Ebene eine durch den Drehpunkt gehende Senkrechte, so ist die letztere die momentane Drehungsaxe. Construirt man auf gleiche Weise für alle die übrigen Flächenelemente die entsprechenden Drehungsaxen so erhält man eine gekrümmte Fläche, welche ein Stück der Oberfläche eines Kegels bildet, und welche die Orte aller während der ganzen Dauer der Bewegung vorhandenen augenblicklichen Drehungsaxen enthält.

4. Ueber die Entstehung des Sehfeldes.

Die Wahrnehmung der räumlichen Fläche, die allen weiteren Raumvorstellungen vorangeht und dieselben erst möglich macht, ist beim Gesichtssinn so innig mit der reinen Empfindung verknüpft, dass für uns kein irgendwie in's Bewusstsein fallender Akt zwischen der Empfindung und ihrer Wahrnehmung in räumlicher Form in der Mitte liegt. Damit ist jedoch durchaus nicht gesagt, dass die Gesichtsempfindung an und für sich schon eine räumliche sei, dass die räumliche Form auf allen Stufen des Lebens und in allen Ordnungen der Thierwelt ebenso wie beim ausgebildeten Menschen als ein untrennbares Attribut derselben zukomme, sondern es wäre noch immerhin möglich, dass unbewusste psychische Vorgänge, die erst während des Lebens und bei einem gewissen Grad seelischer Ausbildung sich vollziehen können, die räumliche Form der Gesichtsempfindungen zu Stande brächten. Wir wollen die Frage, ob die durch das Auge vermittelten Raumanschauungen in allen Fällen mit den Licht- und Farbenempfindungen zusammenfallen oder nicht, ob wir also beim Gesichtssinne nur von einer Raum*empfindung* oder mit Recht von einer Raum*wahrnehmung* sprechen können, zunächst einer vorurtheilsfreien Prüfung unterwerfen.

Man ist von physiologischer Seite aus von jeher geneigt gewesen, die Empfindung und ihre räumliche Auffassung als durchaus ungetrennte Akte anzusehen, und man hat hierfür beim Gesichtssinn im Allgemeinen dieselben Gründe geltend gemacht, man ist dabei von denselben anatomischen Voraussetzungen ausgegangen, die wir beim Tastsinn in Bezug auf die Haut schon erörtert haben. Beim Gesichtssinn schien diese Anschauungsweise wo möglich noch eine grössere Berechtigung zu haben, einestheils weil hier in der That weit schwieriger die Trennung der Empfindung und ihrer räumlichen Objektivirung sich aufzeigen lässt, anderntheils weil die

Struktur der Netzhaut selbst die anatomische Hypothese, welche auf die mosaikartige Anordnung der peripherischen Nervenenden sich stützte, in hohem Grade zu begünstigen schien.

E. H. Weber[1]) wurde durch seine Untersuchungen über den Tastsinn veranlasst, eine ähnliche Methode zur Bestimmung der Schärfe des Raumsinnes der Netzhaut in Anwendung zu bringen. Er beobachtete, wie klein die Entfernung sein durfte, in die er zwei schwarze Parallellinien auf weissem Grunde, die sich in bestimmtem Abstand vom Auge befanden, bringen konnte, damit dieselben von dem normalen Auge noch als doppelt erkannt würden; er fand, dass dies noch möglich war, wenn die Distanz ihrer Bilder auf der Retina nur 0,00119 — 0,00148''' betrug. Uebrigens scheinen in dieser Hinsicht noch individuelle Schwankungen vorzukommen, so musste Volkmann[2]) unter gleichen Verhältnissen den Parallellinien einen solchen Abstand geben, dass die Distanz ihrer Netzhautbilder 0,0021 — 0,0037''' betrug; ebenso weichen die von Andern erhaltenen Zahlen unter einander ab. Diese sehr grosse Schärfe des Raumsinns gilt aber nur für die Stelle des deutlichsten Sehens, für die Gegend des gelben Flecks; nach den Seitentheilen der Netzhaut hin nimmt die Schärfe des Unterscheidungsvermögens sehr rasch ab, wie aus den Untersuchungen von Volkmann und von Aubert und Foerster[3]) hervorgeht. Nach den Letzteren geschieht diese Abnahme nicht gleichmässig sondern erstens um so schneller, je weiter sich die Punkte von der Sehaxe entfernen, und zweitens in den verschiedenen Meridianen nach der Peripherie hin in ungleicher Weise, und zwar geschieht in der vertikalen Richtung die Abnahme schneller als in der horizontalen. Die erstere Thatsache ist auch schon aus den frühern Versuchen von Volkmann ersichtlich: bei einem Auge, bei dem die kleinste wahrnehmbare Distanz im Netzhautbild am Endpunkt der Sehaxe 0,0029''' betrug, war dieselbe bei einem Winkelabstand des Objektes von der Sehaxe von $2^0 = 0{,}0091'''$, bei $4^0 = 0{,}0153'''$, bei $6^0 = 0{,}0383'''$, endlich bei $8^0 = 0{,}3186'''$. Diese Versuchsreihe beweist, dass mit der Entfernung von der Stelle des deutlichsten Sehens die Schärfe des räumlichen Unterscheidungsvermögens schon sehr bald um mehr als das hundertfache abnimmt, die Retina zeigt also in dieser Hinsicht in engem Raume eine noch viel bedeutendere Ab-

---

[1]) Berichte der königl. sächs. Gesellsch. der Wissensch. 1852. S. 85.
[2]) Art. Sehen. S. 319.
[3]) Arch. f. Ophthalm. Bd. III. Abth. 2.

stufung als die äussere Haut auf einer weit ausgedehnteren Fläche.

Weber betrachtete die Netzhaut wie die äussere Haut getrennt in kleinste Bezirke, die er wie dort Empfindungskreise benannte; er nahm an, dass ein Empfindungskreis immer nur eine Raumeinheit repräsentiren könne, und dass überdies, um zwei Eindrücke räumlich von einander zu scheiden, ein oder mehrere unerregte Empfindungskreise zwischen den von den Eindrücken getroffenen liegen müssten. Bei der Netzhaut stützte er sich in letzterer Beziehung insbesondere auf das Verhalten des blinden Flecks. Bekanntlich bemerken wir die Lücke nicht, die dieser in unserm Sehfelde bildet, und es beruht dies darauf, dass unsere Einbildungskraft jene Lücke so ausfüllt, wie es der Anordnung der wirklich gesehenen Gegenstände im Sehfeld entspricht, was schon vor langer Zeit Dan. Bernoulli bemerkt hat. Weber machte nun folgende Schlussfolgerung: da wir eine unempfindliche Stelle nicht als Lücke im Sehfeld bemerken, so vermögen wir auch, wenn zwei an einander grenzende und nur durch einen unempfindlichen Zwischenraum getrennte Empfindungskreise getroffen werden, die Eindrücke nicht von einander zu scheiden, sondern es wird uns dies erst möglich werden, wenn unerregte Empfindungskreise zwischen denjenigen, auf welche die Eindrücke stattfinden, in der Mitte liegen. — So einnehmend diese Schlussfolgerung auf den ersten Blick scheinen mag, so erweist sie sich doch bei näherer Betrachtung als gänzlich unhaltbar. Wenn wir zwei Eindrücke räumlich von einander trennen, so beruht dies häufig nicht darauf, dass die zwischenliegenden Empfindungselemente unerregt bleiben, sondern im Gegentheil darauf, dass ein heterogener Eindruck sich zwischen sie einschiebt, wir unterscheiden z. B. zwei dunkle Linien so lange als wir noch ihren hellen Zwischenraum sehen. Dies gilt namentlich für sehr nahe Eindrücke, wie sie bei der Untersuchung der Schärfe des Raumsinnes immer angewandt wurden. Anders verhält es sich bei Eindrücken von grösserer Entfernung: es lässt sich nicht leugnen, dass wir in diesem Fall auch in absoluter Dunkelheit, wenn also jedenfalls die grösste Zahl zwischenliegender Empfindungselemente absolut unerregt bleibt, über die Distanz zweier leuchtender Körper ein Urtheil haben. Aber es folgt hieraus noch keineswegs, dass wir diese leuchtenden Körper desshalb räumlich trennen, weil wir uns der unerregten Empfindungselemente als unerregter bewusst werden, sondern es könnte dasselbe auch dadurch geschehen, dass wir auf irgend eine andere Weise eine Kennt-

niss besitzen von dem relativen Lageverhältniss der einzelnen Empfindungselemente unserer Netzhaut. Von beiden Möglichkeiten wird nun die erstere theils durch ihre geringe logische Wahrscheinlichkeit theils durch die Erfahrung widerlegt.

Die logische Wahrscheinlichkeit sprechen wir jener Ansicht desshalb ab, weil alle unsere Wahrnehmungen aus Empfindungen stammen, hier aber die Wahrnehmung eines Zwischenraumes gerade durch das Nichtempfinden sonst empfindungsfähiger Theile entstehen soll. Die Erfahrungen, die mit jener Ansicht nicht übereinstimmen, sind gerade die Beobachtungen, die wir am blinden Fleck alltäglich machen. Würde nur das Nichtempfinden empfindungsfähiger Theile uns den Anstoss zum Setzen eines Zwischenraumes geben, so würden wir den Mariotte'schen Fleck nicht als dunkle Stelle oder als Lücke der Gegenstände im Sehfeld sondern als eine wirkliche Lücke des Sehfeldes selber bemerken, d. h. alle die Radien, die vom Mittelpunkt des Sehfeldes aus nach seiner Peripherie durch den blinden Fleck ziehen, würden um den in diesem liegenden Abschnitt verkürzt erscheinen, zwei heterogene Empfindungen, die an den beiden Grenzen des Flecks stattfänden, müssten räumlich verschmelzen oder wenigstens dicht neben einander erscheinen, aber beides wird durch die Beobachtung nicht bestätigt: der blinde Fleck ist nicht ein Mangel im Sehfeld sondern nur eine Lücke der Gegenstände im Sehfeld, gewöhnlich aber wird er wegen der ergänzenden Thätigkeit unserer Einbildungskraft nicht einmal als solche bemerkt.

Wenn hiernach auch diese besondere Ansicht über die Wahrnehmung von Distanzen sich nicht halten lässt, so könnte man immerhin noch die Fähigkeit räumlicher Orientirung in unserem Sehfelde aus einer angeborenen Kenntniss desselben ableiten, man könnte immerhin noch denken, dass die Seele lediglich durch ein natürliches Vermögen die Eindrücke in derselben Ordnung, in der sie räumlich stattfinden, auffasse. Diese Hypothese ist wie die ähnliche beim Tastsinn durchaus gebunden an die Annahme fester Empfindungskreise. Dass es aber solche auch in der Netzhaut nicht giebt geht daraus hervor, dass auch hier die Schärfe des räumlichen Unterscheidungsvermögens veränderlich und namentlich dem Einflusse der Uebung ausgesetzt ist. In letzterer Hinsicht hat neuerdings Volkmann[1]) sehr bemerkenswerthe Untersuchungen angestellt. Er fand, dass für das Auge ebenso wenig wie für das Getast eine kleinste erkennbare Distanz im absoluten Sinn

---

[1]) Ber. der kgl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. zu Leipzig. 1858. S. 38.

existirt, sondern dass diese Distanz in Folge der fortgesetzten Uebung eine allmälige Verminderung erfährt. Volkmann hat Tast- und Gesichtssinn näher verglichen und gefunden, dass die Steigerung in der Feinheit der Unterscheidung, welche der letztere Sinn durch die Uebung erfährt, weit geringer ist und langsamer eintritt als die Uebung des Tastorgans; es erklärt sich dies leicht daraus, dass wir die Uebung des letztern im Vergleich zum Auge gewöhnlich vernachlässigen.

Wenn wir sonach sehen, dass ein psychischer Faktor bei der Unterscheidung der kleinsten räumlichen Distanzen jedenfalls mitbestimmend ist, so werden wir auch erwarten müssen, dass die Bildung der Vorstellung des ganzen Sehfeldes als eines räumlich ausgedehnten nicht mit der bestimmten anatomischen Anordnung der Empfindungselemente schon gegeben, sondern dass auch bei ihr noch ein psychischer Vorgang betheiligt ist. Dieser Vorgang kann, wie sich aus der logischen Zergliederung eines jeden Wahrnehmungsaktes ergiebt, kein anderer sein als ein Schlussverfahren, und zwar ein unbewusstes Schlussverfahren, da wir von demselben keine unmittelbare Kenntniss besitzen; unsere Aufgabe besteht daher darin, nach denjenigen physiologischen Verhältnissen des Gesichtssinnes zu suchen, welche für die Seele das Material zur Bildung jener Schlüsse abgeben, die zur Entstehung der räumlichen Gesichtswahrnehmungen führen. Diese Verhältnisse können, wenn unsere Voraussetzung, dass die Raumanschauung sich erst aus der Empfindung herausbildet, richtig ist, in nichts anderem begründet sein als in besondern Qualitäten der Empfindung. Derartiger Qualitäten kommen aber bei den Gesichtswahrnehmungen zwei in Betracht: erstens die Qualitäten der Gesichtsempfindung selber und zweitens die Qualitäten der mit den Bewegungen des Auges verknüpften Muskelempfindungen. Wir werden uns überzeugen, dass nur aus dem gleichzeitigen Vorhandensein und der Correspondenz beider ein zu räumlich ausgedehnten Gesichtswahrnehmungen führendes Schlussverfahren sich ableiten lässt, und wir werden sehen, dass, wenn auch die erste Bildung der Gesichtswahrnehmungen in eine Zeit zurückfällt, die über alle Beobachtung hinaus liegt, doch aus gewissen Eigenthümlichkeiten, die noch unsern ausgebildeten Gesichtsvorstellungen zukommen, der Einfluss jener beiden Faktoren mit einer so grossen Wahrscheinlichkeit sich nachweisen lässt, als sie in diesem Gebiete nur möglich ist.

Wir müssen beim Auge wie bei der Haut zweierlei Verschiedenheit hinsichtlich der Empfindungsqualität unterscheiden:

die erste Verschiedenheit rührt her vom objektiven Eindruck, es gehören also hierher die Farben und ihre Mischungen, je nach ihrer Art und Intensität, die zweite Verschiedenheit, die uns hier angeht, rührt her von dem Punkt der Netzhaut, auf welchen der Eindruck stattfindet. Dass es eine derartige lokale Färbung der Empfindung giebt hat schon Purkinje [1]) bewiesen, indem er zeigte, dass jede Farbe mit ihrer Entfernung vom Retinalcentrum bestimmte Farbentöne durchläuft, bis sie endlich einen Grenzpunkt erreicht, von wo an sie nur noch schwarz erscheint; neuerdings sind durch Aubert [2]) diese Versuche bestätigt worden. Dass ferner jene Aenderung der Farbennüançe nicht von der allerdings auf den Seitentheilen der Retina rascher eintretenden Ermüdung herrührt, wird theils dadurch bewiesen dass sie vom ersten Moment an vorhanden ist, theils dadurch dass die Farbe auf den Seitentheilen der Netzhaut um so besser wahrgenommen wird je grösser die farbige Fläche ist. Man kann somit die von dem Ort des Eindrucks abhängigen Empfindungsqualitäten nur in Verschiedenheiten der Empfindungselemente selber suchen.

Es liesse sich jedoch einwenden, diese Verschiedenheit in der Qualität der Empfindung dürfe hier nicht in Betracht gezogen werden, weil sie nur in grösserer Entfernung vom Retinalcentrum und nur in Distanzen, die die feinsten Unterscheidungsgrenzen weit übertreffen, sich nachweisen lasse. Hiergegen ist nun zu bemerken, dass, sobald einmal die Untersuchung eine Abstufung der Empfindung nachweist, Niemand folgerichtig wird annehmen können, diese Abstufung geschehe plötzlich in den grössern Distanzen, in denen wir sie wirklich bemerken, sondern offenbar werden uns die feineren Nüançen entgehen, und die Empfindungsverschiedenheit wird uns dann erst deutlich bewusst werden, wenn sie einen gewissen Grad erreicht hat; eine Grenze aber, wo die Abstufung plötzlich geschieht, werden uns nur die Empfindungselemente selber geben, wenn auch unser Unterscheidungsvermögen vielleicht niemals bis zu dieser Grenze gelangen kann. Es wird daher, obgleich wir an der Stelle des deutlichsten Sehens in ziemlicher Ausdehnung keine Verschiedenheit der Empfindung nachweisen können, dennoch jedem einzelnen Element eine solche zukommen. Aber giebt man auch dies zu, so kann mit Recht die weitere Frage erhoben werden: können wir Unterschiede, die für unsere Beobachtung zu fein sind, noch bei der Wahrnehmung in Rech-

---

[1]) Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne. Bd. II.
[2]) Archiv für Ophthalmologie. Bd. III. 2. Abth., S. 38.

nung ziehen? Für die bejahende Beantwortung dieser Frage spricht Folgendes.

Es ist eine allgemein anzuerkennende Thatsache, dass diejenigen Empfindungsverschiedenheiten, die von dem Ort des Eindrucks abhängen, unserer subjektiven Beobachtung viel schwieriger zugänglich sind als diejenigen Verschiedenheiten, die von qualitativ differenten Eindrücken abhängen, und es mag dies wohl daher rühren, dass wir zu sehr daran gewöhnt sind, die ersteren Verschiedenheiten nur auf einen Wechsel der Lokalisirung der Eindrücke zu beziehen, um das was uns zu dieser Beziehung ursprünglich veranlasste noch zu bemerken, wenn nicht besonders günstige Umstände uns unterstützen. Dies zeigt sich gerade bei den Gesichtsempfindungen: wir bemerken die qualitative Verschiedenheit der Empfindung auf den Seitentheilen der Netzhaut nur, wenn wir das Bild einer gefärbten Fläche von geringer Ausdehnung durch indirektes Sehen successiv mit verschiedenen Netzhautstellen betrachten, aber beim direkten Sehen grösserer Flächen von gleichmässiger Färbung nehmen wir, selbst wenn sie nahezu unser ganzes Sehfeld ausfüllen, von einer Verschiedenheit der Empfindung auf den Seitentheilen der Netzhaut nichts wahr; offenbar hat dies darin seinen Grund, dass wir, an diese Verschiedenheit, die uns überall begleitet, gewöhnt, dieselbe unbewusst stets mit in Rechnung ziehen und erst dann eine Verschiedenheit der Empfindung in den Seitentheilen des Sehfeldes objektiviren, wenn sie mit jener nicht correspondirt. Eine mächtige Stütze gewinnt diese Ansicht in der Analogie, welche der Muskelsinn mit diesem Verhalten darbietet. Es lässt sich nicht leugnen, dass auch eine Verschiedenheit in dem Grade der Muskelempfindungen auf subjektivem Weg äusserst schwer sich ermitteln lässt, und es dürfte dafür am allermeisten der Umstand sprechen, dass noch in neuester Zeit bei einigen Physiologen Zweifel darüber entstehen konnten, ob ein Muskelsinn überhaupt existire oder nicht. Nichts desto weniger lässt es sich durch Versuche, die wir unten kennen lernen werden, gerade bei den Augenmuskeln objektiv nachweisen, dass wir fast unendlich kleine Verkürzungsgrade zu unterscheiden vermögen, und dass wir für diese Unterscheidung allein in den Muskelempfindungen einen Massstab besitzen können. Auch hier haben wir stets unser Augenmerk nur auf das Ziel gerichtet, das wir bei den Verkürzungen unserer Augenmuskeln bezwecken, auf die Bewegung, und wir glauben unser Bewegungsvermögen zu schärfen, während wir in der That uns in der Unterscheidung von Empfindungs-

graden vervollkommnen; ganz ähnlich glauben wir die empfindenden Flächen unserer Sinnesorgane in den Unterscheidungen kleinster Distanzen zu üben, während wir in Wirklichkeit immer feiner und feiner die Empfindungsverschiedenheiten der einzelnen Punkte derselben auffassen lernen. —

Wenn wir bei der Haut die Verwerthung der in Bezug auf die Nervenendigungen bekannten anatomischen Thatsachen zu physiologischen Folgerungen als ein verfrühtes Bestreben bezeichnen mussten, so gilt dies nicht in gleicher Weise vom Auge. Die physiologische Untersuchung des Tastorganes findet die Haut bestehend aus einem continuirlichen und continuirlich abgestuften Zusammenhang empfindender Punkte, sie fordert daher einen ähnlichen Zusammenhang der anatomischen Empfindungselemente, d. h. sie fordert, dass die Zwischenräume zwischen den letztern kleiner seien als der Bezirk des feinsten Tasteindrucks, und dass zugleich die Flächenausdehnung jedes einzelnen von der Ausdehnung jenes Bezirkes so wenig verschieden sei, dass in der örtlichen Abstufung der Tastempfindungen eine Discontinuität niemals entstehen kann. Diesen Anforderungen entsprechen aber die bisher als Tastorgane beanspruchten Gebilde keineswegs, es bleibt uns daher vorerst nur übrig, die ganze Hautfläche mit ihren von Punkt zu Punkt abgestuften Empfindungsqualitäten als Organ des Tastsinnes zu betrachten; dies ist aber auch für alle bis jetzt möglichen physiologischen Untersuchungen vollkommen ausreichend, denn diese beziehen sich lediglich auf die Theorie der Tast*wahrnehmungen*, die zum Abschluss gebracht werden kann, ohne dass die besondern Strukturverhältnisse bekannt sind, auf denen jene Abstufung der Empfindungsqualitäten beruht. Eine besondere Wichtigkeit konnte man in dieser Hinsicht den Empfindungselementen nur zuschreiben, so lange man in der räumlichen Anordnung derselben die Bildung der Raumanschauung selber gegeben glaubte. Für die Theorie der Sinneswahrnehmung wird die Auffindung specifischer Empfindungselemente in irgend einem Sinnesgebiet niemals etwas zu leisten vermögen, dagegen wird die genaue Kenntniss dieser Elemente die erste und nothwendigste Vorbedingung sein zu einer künftigen Theorie der *Sinnesempfindungen*, damit aber stellen wir alle diese Fragen betreffenden anatomischen Untersuchungen nur um so höher in ihrem physiologischen Werthe [1]).

---

[1]) Von den Anhaltspunkten, welche uns bis jetzt die anatomische Untersuchung zur Beurtheilung der Verhältnisse, auf welchen die qualitative Abstufung der Tastempfindungen beruhen mag, an die Hand giebt, habe

Wir müssen bei dieser Gelegenheit noch auf ein Missverständniss aufmerksam machen. Man hat, wie es scheint, zuweilen geglaubt, die ganze Frage über die Art der Objektivirung und Lokalisirung der Sinneseindrücke sei geknüpft an die Annahme oder Verwerfung bestimmt angeordneter Empfindungselemente. Daran lässt sich sicherlich nicht zweifeln, dass es gewisse abgegrenzte Elementartheile geben müsse, deren isolirte Erregung, wenn sie je zu Stande kommt, nicht anders als stets in Bezug auf das vom Ort des Eindrucks abhängige Empfindungsquale gleichartig sein kann, theils weil es kaum anders denkbar ist, als dass ein Empfindungselement, auch wenn es an verschiedenen Stellen seiner Oberfläche einen Eindruck empfinge, doch immer in seiner Totalität in Bewegung gerathen müsste, theils desshalb weil aus andern Untersuchungen hervorgeht, dass die Ausdehnung eines Empfindungselementes jedenfalls zu klein ist, um eine Veränderlichkeit in den Bedingungen der Zuleitung des Reizes auf seiner Oberfläche noch möglich zu machen. Aber mit dem Vorhandensein abgegrenzter Empfindungselemente ist, selbst wenn ihre Anordnung vollständig bekannt ist, über die Form der Wahrnehmung ganz und gar noch nichts ausgesagt. Die Frage, zu deren Entscheidung wir bei der physiologischen Analyse des räumlichen Wahrnehmungsvorganges die Empfindung allein in Betracht ziehen müssen, ist die: welchen Anhaltspunkt giebt die Empfindung unserm Urtheil, um sonst gleichartige Eindrücke, die auf verschiedene Stellen einer empfindenden Fläche stattfinden, von einander zu trennen? Wir fanden in dieser Hinsicht beim Auge wie bei der Haut gegeben die vom Ort des Eindrucks abhängige Abstufung der Empfindung. Ob nun diese durch die Beobachtung gegebene Verschiedenheit der Empfindungsqualität abhängig ist von verschiedenen Bedingungen in der Zuleitung der Erregung oder von Verschiedenheiten der Empfindungselemente selber, lässt sich a priori gar nicht bestimmen. Es liesse sich z. B. recht wohl denken, dass ein

---

ich in der ersten Abhandlung auf den meist grösseren Nervenreichthum feiner unterscheidender Hautstellen hingewiesen. R. Wagner hat mit Recht hiergegen eingewandt, dass beide Verhältnisse durchaus nicht immer kongruiren, z. B. an den Genitalien. (Gött. gel. Anz. S. 168, 1858.) Ein grösseres Gewicht ist vielleicht der dort ebenfalls erwähnten sehr verschiedenen Abstufung in der Nervenvertheilung beizulegen. Uebrigens gestehe ich zu, dass alle derartige Betrachtungen bis jetzt von allzu provisorischem Werthe sind, als dass es sich der Mühe einer weitern Verfolgung lohnte, um so mehr als die ganze Frage wie gesagt nicht dem Gebiet unserer Untersuchungen sondern einer künftigen Theorie der Tastempfindungen anheimfällt.

Sinnesorgan wie die Haut überall mit völlig gleichartigen Empfindungselementen versehen sei, und dass nur eine stetige Modifikation in der anderweitigen Struktur der Haut das Quale der Tastempfindung stetig verändere. Aber gesetzt auch, es sei hier eine wirkliche Verschiedenheit der Empfindungselemente selber maassgebend, wie dies für's Auge wenigstens sehr wahrscheinlich ist, so kommt dennoch im vorliegenden Falle die nähere Beschaffenheit dieser Elemente desshalb vorerst nicht in Betracht, weil dann, wie gerade die Untersuchung des Raumsinnes lehrt, die Ausdehnung des Eindrucks durchweg die Ausdehnung eines Empfindungselementes sammt dem es begrenzenden Zwischenraum viel übertreffen muss, so dass die wirkliche Empfindung immer erst die Resultante aus der Erregung einer Mehrzahl von Empfindungselementen sein kann; nur beim Auge kommen vielleicht hiervon Ausnahmen vor. Da aber nicht einmal die Empfindungseinheiten bekannt sind, und dies meistens wohl auch niemals sein werden, so kann man noch viel weniger an diejenige Aufgabe denken, welche allein für den vorliegenden Fall sich stellen könnte, nämlich die Verbindungen zu bestimmen, in welche jene Einheiten treten müssen, um unserm mehr oder minder ausgebildeten Unterscheidungsvermögen als qualitativ differente Empfindungen erscheinen zu können.

Beim Auge hat die weit vorgeschrittene anatomische Untersuchung der Netzhaut der Theorie der Gesichtsempfindungen einen sehr mächtigen Vorschub geleistet; beim Auge ist ferner durch die Entdeckung von Helmholtz[1]), dass die Fasern des Sehnerven durch Aetherschwingungen nicht afficirt werden, die früher verbreitete Annahme, wornach der Nerv als solcher die dem besondern Sinnesorgan entsprechende Sinnesempfindung zu Stand bringen sollte, zum ersten Mal direkt widerlegt worden; während jedoch die Sehnervenfasern für objektives Licht unempfänglich sind, werden sie durch alle gemeinsamen Nervenreize in Erregung versetzt, um dieselben als subjektives Licht zu empfinden; es geht hieraus hervor, dass der specifische Sinnesreiz auch specifischer Endorgane bedarf, durch deren Vermittlung er einwirkt, dass aber der Nerv jede Erregung in seiner specifischen Weise empfindet. An diese Thatsache schliesst sich nun noch eine weitere Folgerung an, die uns hier besonders interessirt. So lange man glaubte, dass die frei endenden Primitivfasern den Sinnesreizen unmittelbar zugänglich seien, war die Annahme gerechtfertigt, dass jede Primitiv-

---

[1]) Beschreibung eines Augenspiegels. Berlin 1850. S. 39.

faser nur eine Empfindungseinheit zu vermitteln vermöge; jetzt ist diese Annahme, deren anatomische Voraussetzungen, namentlich wenn man zu jener Vermittlung eine ungetheilte Primitivfaser für nöthig hielt, schon längst mit den physiologischen Thatsachen im Widerspruch stunden, nicht mehr haltbar, jedes kleinste Endorgan, welches ein Empfindungselement darstellt, wird eine (übrigens bei unsern wirklichen Empfindungen meist nicht mehr in Betracht kommende) Empfindungseinheit repräsentiren, und es wird daher wesentlich auf die Zahl derartiger Elemente ankommen, mit denen eine Primitivfaser in Verbindung steht, aber es lässt sich denken, dass bei gleichartigem Eindruck die Primitivfaser auf verschiedene Weise erregt wird, je nachdem der Eindruck ihr durch verschiedene Endorgane zufliesst. Ein Gleichniss macht dies vielleicht deutlicher: denken wir uns statt der Primitivfaser eine weite mit Wasser gefüllte Röhre, statt der Endorgane eine Menge von Ansatzröhren, in welche dieselbe unten ausläuft, diese seien übrigens von verschiedenem Lumen und an ihren untern Enden verschlossen; wenn man nun auch die gleiche Kraft anwenden muss, um die eine oder andere der Ansatzröhren zu öffnen, so geschieht doch im einzelnen Fall je nach dem Lumen der Ansatzröhre die Bewegung des Wassers in der ersten Röhre mit sehr verschiedener Geschwindigkeit. Ebenso ist es nicht blos denkbar sondern von vornherein sehr wahrscheinlich, dass diejenige Bewegung in der Nervenröhre, die dem Empfindungsvorgang entspricht, welcher Art und Form dieselbe auch sein möge, sich nicht bloss verändere mit der Verschiedenheit des objektiven Eindrucks sondern auch variire je nach den Empfindungselementen, die getroffen werden; die Bewegungen dieser sind ja für die Nervenröhre selbst wieder objektive, und sie werden nur dann gleichartig weitergeleitet werden, wenn sie wirklich gleichartig sind, ist aber die Bewegung jedes Empfindungselementes ausser vom äussern Eindruck noch abhängig von seiner eigenen Beschaffenheit, so wird die letztere ebenso gut wie die erstere in dem Bewegungsvorgang im Innern der Nervenröhre sich wiederspiegeln.

Eine Reihe von Gründen machen es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die Stäbchenschichte der Netzhaut diejenigen Endorgane enthält, welche unmittelbar der Erregung durch Aetherschwingungen zugänglich sind;[1]) und als End-

[1]) Wir verweisen in dieser Hinsicht auf H. Müller's Schrift über die Retina (Leipzig 1856, S. 97 u. f.), aus den dort zusammengestellten anatomischen und physiologischen Gründen heben wir namentlich den direkt

organe selber können nach ihrer Verbreitungsweise mit grosser Wahrscheinlichkeit nur die Zapfen dieser Schichte betrachtet werden. Haben wir aber in den Zapfen die wirklichen Empfindungselemente für den Gesichtssinn, so ist es ausser Zweifel, dass an der Stelle des deutlichsten Sehens die Schärfe des räumlichen Unterscheidungsvermögens unter Umständen bis zu dem äussersten ihr überhaupt erreichbaren Grenzpunkt gelangt: die kleinste wahrnehmbare Distanz, die in verschiedenen Versuchen gefunden wurde, stimmt nämlich ungefähr überein mit dem Durchmesser eines Zapfenquerschnitts, der sich auf etwa 0,002''' angeben lässt. Nach einzelnen Messungen ist die kleinste wahrnehmbare Distanz sogar noch kleiner als dieser Durchmesser; man hat sich dadurch zum Theil veranlasst gesehen, nach noch feineren Empfindungselementen zu suchen, doch scheint dies durch jenes Resultat durchaus nicht geboten zu sein. Man muss nämlich bedenken, dass bei derartigen Messungen auch noch die äusserst empfindlichen Bewegungen des Auges in Betracht kommen, durch diese mag es bei fortgesetzter Uebung gelingen, die Parallelfäden, die man fixirt, genau auf die Grenzen zweier Zapfen einzustellen, und damit scheint übereinzustimmen, dass in diesen Fällen durch die allergeringsten Bewegungen plötzlich das doppelte Bild in ein einfaches verschmelzen kann. Auch das Ergebniss von Volkmann, dass die Uebung von Einfluss auf das Erkennen von Distanzen ist, steht nicht hiermit in Widerspruch. Bei den meisten Menschen hat die Ausbildung des Gesichtssinnes jedenfalls nicht den Grad von Vollkommenheit erreicht, dass sie selbst nur am gelben Fleck das Empfindungsquale jedes einzelnen Zapfens zu unterscheiden vermögen; erst durch eine besondere Uebung, wie sie allein entweder in gewissen Berufsbeschäftigungen oder in physiologischen Versuchen erworben wird, gelangt das Auge so weit; damit stimmen nun Volkmann's Resultate vollkommen überein, indem sie beweisen, dass der Gesichtssinn in dieser Hinsicht nur noch einer sehr geringen Vervollkommnung fähig ist. Ueberdies wird diese letzte Grenze immer nur an der Stelle des deutlichsten Sehens erreicht, an den Seitentheilen der Netzhaut finden sich zwar die Zapfen in weiteren Abständen und von grösserem Durchmesser als hier, immer aber noch dichter ge-

---

von Müller gelieferten Beweis hervor, dass die Parallaxe, welche der Schatten der Netzhautgefässe beim Purkinje'schen Versuch in Folge der Bewegung der Lichtquelle zeigt, ungefähr der Entfernung der Stäbchenschichte von den Gefässen entspricht.

häuft, als der wirklich erreichten Empfindungsschärfe entspricht; ohne Zweifel würde daher diese an den Seitentheilen der Netzhaut auch der Uebung in höherem Maasse zugänglich sein.

Ehe wir auf die Art näher eingehen, wie das Quale der Gesichtsempfindungen bei der Entstehung des Sehfeldes mitwirkt, müssen wir noch den zweiten bei derselben in Betracht kommenden Faktor, die Bewegungen des Auges, zur Erörterung bringen. Auch die Betheiligung der Bewegungen des Auges an der räumlichen Gesichtswahrnehmung lässt sich am ausgebildeten Gesichtssinne nachweisen. Zunächst gehören hierher pathologische Beobachtungen über die Lähmung gewisser Augenmuskeln, namentlich die höchst interessanten Beobachtungen von Graefe's über die Parese des Abducens[1]). Wenn man bei unvollkommener Lähmung dieses Muskels das gesunde Auge schliesst und mit dem kranken einen gerade aus oder etwas nach aussen liegenden Gegenstand fixiren lässt, so giebt der Kranke die Lage des Objekts nicht richtig an, sondern er verlegt dasselbe mehr nach der Aussenseite, und wenn er es mit der Hand ergreifen will, so gelingt ihm dies erst nach mehreren Versuchen oder bei so langsamer Bewegung, dass er dieselbe fortwährend mit dem Auge verfolgen kann. Diese Erscheinung kann nur von einer Störung des Muskelgefühls herrühren, „um dem Auge die erforderliche Stellung zu geben, muss der schwächer innervirte Abducens einen starken Contraktionsimpuls empfangen, welcher für normale Verhältnisse der Innervation eine weit exkursivere Zusammenziehung des Muskels bewirken würde." — Es folgt aus diesen Beobachtungen erstens, dass der Grad des Muskelgefühls immer der vom Muskel aufgewendeten Anstrengung proportionirt ist, und dass wir zweitens im Muskelgefühl ein Maass besitzen für die Grösse der durch die Bewegung der Sehaxe zurückgelegten Wege; wird daher das gewohnte Verhältniss zwischen Contraktionsumfang und Muskelgefühl gestört, wie in jenen pathologischen Fällen, so wird die Lagebestimmung der Gegenstände in der entsprechenden Weise verändert. Das gegenseitige Lageverhältniss der Gegenstände im jedesmaligen Sehfeld bleibt aber in diesen Fällen ungestört, es geben daher diese Versuche immerhin noch keinen Aufschluss darüber, ob auch die ursprüngliche Orientirung im Sehfeld mit der Muskelthätigkeit zusammenhängt oder nicht. Der Beweis, dass ein solcher Zusammenhang stattfindet, lässt

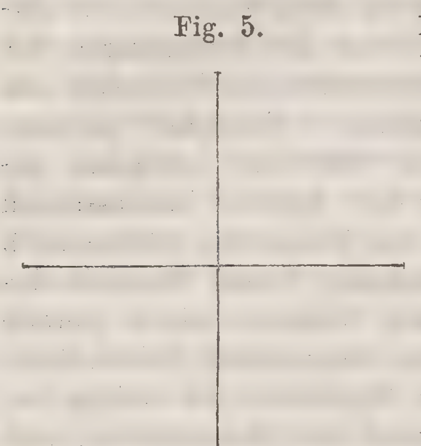
---

[1]) Archiv für Ophthalmologie, Bd. I. 1. Abth., S. 18.

sich jedoch durch eine Reihe höchst einfacher Beobachtungen führen, die von Jedem in jedem Augenblick gemacht werden können, und die wahrscheinlich schon längst bekannt sein würden, wenn sie uns nicht zum Theil so geläufig wären, dass man sie nicht mehr beachtet.

Man zeichne auf ein Blatt Papier zwei gerade Linien, die sich in ihrer Mitte rechtwinklig durchschneiden, Fig. 5. Diese Figur erscheint, wenn man sie so hält, dass die eine Linie vertikal, die andere horizontal liegt, nicht nach beiden Richtungen von gleicher Ausdehnung, sondern wie ein aufrecht stehendes Kreuz mit kleineren horizontalen Schenkeln. Davon dass dieser Schein nicht etwa von einer wirklichen Ungleichheit beider Linien herrührt, kann man sich sogleich überzeugen, indem man die Figur um 90° dreht, wo dann die vorher kleinere Linie zur grössern wird.

Fig. 5.



Dieser Versuch lässt sich ganz objektiv machen, denn zeigt man ein solches genau gezeichnetes Kreuz beliebig vielen Personen, so wird unter denselben keine Einzige sein, die nicht die vertikale Linie für die grössere hielte. Eine gleiche Distanz erscheint uns sonach in der vertikalen Richtung grösser als in der horizontalen. Das Nämliche lässt sich sogar ohne jegliches Hülfsmittel direkt beobachten. Betrachten wir nämlich unser Sehfeld, ohne bestimmte Gegenstände in demselben in's Auge zu fassen, so sind wir geneigt dasselbe für ein Oval zu halten, dessen grösster Durchmesser nach oben geht, obgleich bekanntlich die Wirklichkeit dem entgegengesetzt ist; erst durch die Betrachtung der Gegenstände im Sehfeld corrigiren wir meist unser Urtheil.

Durch folgenden Versuch kann man nun die Unterschiede in der Bestimmung gleicher Distanzen von verschiedener Richtung genauer messen. Man zeichne auf ein Blatt Papier zwei Punkte, die in vertikaler Richtung senkrecht über einander gelegen sind, und halte das Papier in geringer Distanz vom Auge so, dass die Sehaxe, wenn einer der Punkte fixirt wird, gerade aus gerichtet ist; etwas unter oder über diesen Punkten halte man die Spitzen eines Cirkels mit ihnen in gleicher Linie. Man lässt nun die Sehaxe öfter nach einander zuerst die Entfernung beider Punkte und dann die Entfernung der Cirkelspitzen durchmessen, und dabei ändert man die letztere

so lange, bis beide Distanzen vollkommen gleich gross erscheinen. Legt man nun den Cirkel mit der ihm so gegebenen Oeffnung an die Punkte an, so wird man finden, dass die zwei Entfernungen entweder genau gleich sind oder nur um ein Minimum im einen oder andern Sinn differiren. Dreht man jetzt das Papier so, dass die beide Punkte verbindende Gerade gegen den Horizont sich neigt, während man die Cirkelspitzen in der vertikalen Richtung lässt, so ist die Entfernung, die man jetzt den Cirkelspitzen geben muss, immer eine kleinere als die wirkliche Entfernung der Punkte, und sie wird dies um so mehr, je weiter jene Gerade gegen den Horizont geneigt wird, bis sie endlich in dem Moment wo dieselbe horizontal liegt ein Minimum erreicht, so dass hier die in vertikaler Richtung geschätzte Entfernung um ein Bedeutendes kleiner ist als die in horizontaler Richtung gemessene. Wird das Papier noch weiter gesenkt, so dass die Gerade, welche die beiden Punkte verbindet, im entgegengesetzten Sinne gegen den Horizont sich neigt, so nimmt die Differenz der gemessenen und geschätzten Entfernung im selben Maasse wieder ab, als sie vorher zunahm, und sie wird gleich Null, sobald die Punkte wieder vertikal über einander stehen. Nehmen wir also die durch den untern Punkt gelegte Horizontale zur Abscissenlinie, so ist das Verhalten auf beiden Seiten der Abscissen ein symmetrisches. Ebenso ist dasselbe, wenn man die durch den gleichen Punkt gelegte Vertikale zur Ordinatenaxe nimmt, auf beiden Seiten der letztern vollkommen symmetrisch, wie man sich durch den Versuch leicht überzeugen kann: es ist gleichgültig, ob die beide Punkte verbindende Gerade nach oben oder unten, nach innen oder aussen geneigt ist, sobald nur der Neigungswinkel zum Horizont der gleiche bleibt.

Umgekehrt gestaltet sich der Versuch, wenn man die verschieden geneigten Entfernungen nicht in vertikaler sondern in horizontaler Richtung schätzt. Geben wir z. B. dem Papier eine solche Stellung, dass die zwei Punkte bei gerade aussehender Sehaxe in einer deren Verlängerung kreuzenden Horizontallinie liegen, während die Cirkelspitzen seitlich davon in derselben Linie aufgesetzt werden, so giebt man den letztern eine Entfernung, die der Distanz der Punkte fast genau gleich ist. Dreht man jetzt das Papier, während der Cirkel seine Lage beibehält, so wird die geschätzte Entfernung zu gross, und diese Differenz erreicht ihr Maximum, wenn die beiden Punkte vertikal so über einander liegen, dass ihre Verbindungslinie auf der Verbindungslinie der Cirkelspitzen senkrecht steht. Auch hier verhalten sich wieder die Ab-

weichungen auf den beiden Seiten der Abscissen- und Ordinatenaxe, wenn diese Axen in der obigen Weise gewählt werden, symmetrisch. — Um das Erörterte durch einige Zahlen zu belegen, führe ich folgendes Versuchsbeispiel an:

Entfernung der Punkte: 20 Mm.

Neigung zum Horizont. —	Horizontal geschätzte Entfernung.
0^0	20 Mm.
15^0	22 „
30^0	22,5 „
45^0	23,5 „
60^0	24 „
75^0	24,5 „
90^0	25,5 „

Ganz ähnlich verhält es sich, wenn man die Cirkelspitzen schräg aufsetzt: auch hier ist die geschätzte der gemessenen Entfernung nur dann vollkommen gleich, wenn beide dieselbe Neigung zum Horizont haben, macht die Verbindungslinie der Cirkelspitzen einen kleineren Winkel mit demselben als die Verbindungslinie der Punkte, so fällt die Schätzung zu gross aus, ist jener Winkel ein grösserer, so ist im Gegentheil die Schätzung zu klein.

Von der Thatsache, dass eine und dieselbe Entfernung grösser erscheint, wenn das Auge in vertikaler als wenn es in horizontaler Richtung sie überläuft, kann man sich auf's Einfachste auch durch die Betrachtung regelmässiger geometrischer Figuren überzeugen, und nur der Umstand, dass man mit dem Vorurtheil sie regelmässig zu sehen an die Betrachtung dieser Figuren herangeht, erklärt es, wie wir uns derartiger Unregelmässigkeiten, die unsere Wahrnehmung erst hinzuthut, gewöhnlich gar nicht bewusst werden. Kreise oder von andern krummen Linien eingeschlossene Flächen sind zur Beobachtung dieser Verhältnisse weniger geeignet, weil hier das Auge nicht diese Flächen nach verschiedenen Richtungen ausmisst, sondern gewöhnlich (und namentlich wenn keine Durchmesser gezogen sind) den begrenzenden Bogen folgt. Ein Quadrat erscheint dagegen nur dann vollkommen gleichseitig, wenn man es so vor das Auge hält, dass seine Seiten mit der horizontalen Visirebene einen Winkel von 45^0 bilden; giebt man den Seiten eine andere und darum von einander verschiedene Neigung, oder hält man die Figur aufrecht, so erscheint das Quadrat wie ein stehendes Rechteck. In einem gleichseitigen Dreieck erscheint, wenn man es in seiner gewöhnlichen Stellung vor's Auge hält, immer die Grundlinie

kleiner als eine der Seiten, und ein von der Spitze auf die Grundlinie gezogenes Perpendikel hält man, obgleich es in Wirklichkeit kleiner ist, meist für ebenso gross wie jene. In Polygonen endlich sehen immer die vertikaler verlaufenden Linien grösser aus als diejenigen, welche mehr der Horizontalen sich nähern. Manche andere geometrische Augentäuschungen liessen sich hier noch anreihen, wir wollen aber die Beispiele nicht weiter vervielfältigen, da sie alle nur einfache Anwendungen eines und desselben Gesetzes sind.

Dieses Gesetz sagt aus, dass die gleiche Entfernung von verschiedener Grösse erscheint, je nach ihrer Neigung zu der durch den Endpunkt der verlängert gedachten Sehaxe im Sehfeld gezogenen Horizontallinie, und zwar dass sie am grössten erscheint, wenn sie auf dieser senkrecht steht, am kleinsten, wenn sie in ihr selber gelegen ist. Hieran schliesst sich weiter die durch den Versuch direkt bestätigte Folgerung an, dass eine annähernd richtige Vergleichung zweier Entfernungen nur dann möglich ist, wenn beide die gleiche Neigung zu jener Horizontallinie haben, wobei es übrigens gleichgültig ist, ob sie nach Aussen oder Innen, nach Oben oder Unten von der gerade vorhandenen Stellung der Sehaxe gelegen sind.

Die letztere Folgerung ist nun für uns von besonderer Wichtigkeit. Sie beweist nämlich, dass die Bewegungen der Sehaxe und die Drehungen des Auges um dieselbe nicht, wie man von vornherein vielleicht glauben möchte, in einer Weise angeordnet sind, dass die von ihnen abhängigen Muskelgefühle immer ein proportionales Maass geben für die von der Sehaxe im Sehfeld zurückgelegten geradlinig gemessenen Entfernungen, sondern sie geben ein solches Maass nur, wenn diese Entfernungen in der gleichen oder einer symmetrischen Richtung liegen, und wenn demzufolge die Bewegungen des Auges in einem gleichen oder ähnlichen Sinne stattfinden.

Es frägt sich nun weiter, wie wir uns den Umstand zu erklären haben, dass wir eine und dieselbe Distanz für um so kleiner halten, je mehr die gerade Verbindungslinie ihrer Endpunkte sich der durch das Ende der Sehaxe im Sehfeld gelegten Horizontallinie nähert. Man könnte annehmen, dass jeder Bewegungsrichtung der Sehaxe ihre eigenen graduell verschiedenen Muskelgefühle zukämen, die ihrer besondern Qualität wegen nur unter sich, nicht aber mit den Muskelgefühlen irgend einer andern Bewegungsrichtung vergleichbar wären. Diese Annahme wird schon dadurch vollständig widerlegt, dass wir eben im Stande sind auch die Grösse von Entfernungen, die eine verschiedene Richtung haben, mit einander

zu vergleichen, und der Umstand, dass jene Grösse eine so regelmässige Abhängigkeit zeigt von dieser Richtung, muss uns schon darauf hinführen, den Grund dieser Verschiedenheiten nicht in qualitativen Abweichungen des Muskelgefühls sondern in quantitativen Verhältnissen der Bewegung zu suchen, abgesehen davon dass jene andere Annahme noch aus weiteren Gründen, die aufzuführen kaum nöthig sein dürfte, ganz unhaltbar ist. Bei einer Menge von Augenbewegungen sind jedenfalls die gleichen Muskeln wirksam, und schon ein Ueberwiegen der Wirkung des einen oder andern derselben vermag der Sehaxe eine neue Bewegungsrichtung zu geben; es wäre nun in der That schwer zu begreifen, wie damit sogleich ein gänzlich verschiedenes Muskelgefühl entstehen sollte, das in seinem intensiven Grad mit dem vorhergegangenen gar keine Vergleichung zuliesse, während, wenn die Wirkung der betheiligten Muskeln sich so ändert, dass die Sehaxe in der gleichen Bewegungsrichtung bleibt und nur der Umfang ihrer Bewegung sich vermehrt oder vermindert, eine solche Vergleichung möglich wäre. Alle von den Augenmuskeln herrührenden Empfindungen verschmelzen ja zu einer Totalempfindung, zu einem Bewegungsgefühl des Augapfels, das wir zunächst nur in seinen Graden vergleichen, eine Vergleichung, die von der Beurtheilung der Richtung der Gegenstände ganz unabhängig ist.

Wir werden somit zu der Auffassung hingedrängt, dass die Verschiedenheit in der Schätzung der Distanzen je nach der Bewegungsrichtung, zu der die Sehaxe dabei genöthigt ist, nur abhängt von intensiven Graden eines und desselben Muskelgefühls; wir können diese Thatsache allgemein so aussprechen: das Bewegungsgefühl des Auges zeigt graduelle Verschiedenheiten, erstens in allen Bewegungsrichtungen in Bezug auf den Umfang der Bewegung und zweitens in jeder einzelnen Bewegungsrichtung im Vergleich zu einer jeden andern; beide Verschiedenheiten sind jedoch derselben Art, so dass wir Entfernungen nach allen Richtungen hin messen und mit einander vergleichen können, dass aber Vergleichungen eine strengere Geltung immer nur für eine und dieselbe Richtung haben, während bei der Vergleichung verschiedener Richtungen das Muskelgefühl selber, auf das die Wahrnehmung sich stützt, uns zu falschen Schätzungen zwingt. —

Man könnte einen Grund hierfür zunächst darin suchen, dass die wirklichen Wege, welche die Sehaxe zurücklegt, um eine gleiche Distanz zu durchmessen, je nach der Richtung dieser verschieden sind. Gehen wir auf eine Vergleichung

in dieser Hinsicht näher ein, so zeigt sich, dass der Weg der Sehaxe in horizontaler Richtung ein Minimum ist, weil sie hier im Sehfeld geradlinig vorwärts geht; mit der Abweichung von dieser Richtung werden bis zu einem Winkel von 45° die Wege grösser, weil die Krümmung der durchlaufenen Bögen zunimmt; auch die Drehung um die Sehaxe scheint in ähnlicher Weise sich zu verändern. So weit verhält sich nun die Sache ganz wie vorauszusehen war: der umfangreicheren Bewegung entspricht auch eine intensivere Muskelempfindung. Anders wird dies, sobald die Neigung zum Horizont über 45° beträgt. Von hier an nehmen nämlich die von der Sehaxe beschriebenen Wege wieder allmälig ab, während die Muskelwirkungen, die zur Zurücklegung derselben aufgewendet werden, noch immer in Zunahme begriffen sind; endlich in der vertikalen Richtung selber wird der Weg der Sehaxe wieder ein Minimum, während hier das Maximum der Muskelarbeit vorhanden ist. Hieraus folgt, dass mindestens bei allen Bewegungsrichtungen, die zwischen 45 und 90° liegen, dem Muskelapparat des Auges zur Zurücklegung der gleichen Wegstrecke eine grössere Anstrengung zugemuthet wird als in einer mehr der horizontalen sich nähernden Richtung, und im Ganzen ist die Muskelwirkung am grössten bei der Bewegung der Sehaxe gerade nach Oben und Unten, am kleinsten bei der Bewegung gerade nach Aussen und Innen, während alle andern Richtungen zwischen beiden Grenzfällen in der Mitte stehen.

Dieses Resultat wird nun bestätigt durch die subjektive Beobachtung. Wenn wir unser Auge nach verschiedenen Richtungen bewegen, dabei übrigens die Sehaxe immer gleich grosse Wege durchlaufen lassen, und auf den Grad der Leichtigkeit merken, mit dem dies jedesmal geschieht, so beobachten wir, dass die Bewegung am ungezwungensten gerade nach Aussen und Innen erfolgt, dass anstrengender eine schräg geneigte Bewegung, am schwierigsten aber die Bewegung gerade nach Oben und Unten ist.[1]) —

Wir haben in dem Bisherigen den Nachweis geführt, dass die Empfindungsqualitäten der Netzhaut und die Bewegungsempfindungen des Augapfels noch bei den Wahrnehmungen des ausgebildeten Gesichtssinnes von einem bestimmten Einflusse sind, und dies giebt uns eine direkte Bestätigung für

---

[1]) Auch diejenigen Schlüsse, die sich aus der Anordnung der Augenmuskeln ergeben, und die sich durch die Rechnung genauer bestätigen lassen, stimmen hiermit überein. Ich verweise in dieser Beziehung auf meine demnächst ausführlicher zu veröffentlichenden Untersuchungen über die Bewegungen des Auges.

die früher bloss aus der Analogie mit dem Tastsinn, bei dem die Bildung der räumlichen Wahrnehmung noch nicht jenseits der Grenzen aller Beobachtung lag, geschöpfte Vermuthung, dass jene beiden Faktoren auch bei der Entstehung der Gesichtswahrnehmungen von wesentlich bedingendem Einflusse seien. Die Frage, die uns jetzt noch zu beantworten bleibt, ist die: wie wirken bei der Bildung der ersten räumlichen Anschauung Netzhaut- und Muskelempfindungen des Auges zusammen?

Gehen wir zu diesem Zweck nochmals zu den analogen Verhältnissen des Tastsinns zurück, so werden wir, um dieselben zu Schlüssen für den Gesichtssinn verwerthen zu können, nicht Versuche am Sehenden benützen dürfen, bei dem die Wahrnehmungen des Gesichtes allen andern vorausgehen, sondern wir müssen uns nach Verhältnissen umsehen, wo aus den Tastempfindungen an und für sich die Vorstellung einer äussern räumlich angeordneten Welt sich entwickelt. Dies ist allein der Fall beim Blindgeborenen. Der Blindgeborene kann nicht wie der Sehende sich durch sein Auge die Kenntniss des eigenen Leibes verschaffen, bevor er seinen Gefühlssinn zur Wahrnehmung äusserer Gegenstände verwendet, und dennoch geht auch bei ihm jene Kenntniss voraus. Er kann sie desshalb allein sich erwerben durch seine sich bewegenden und tastenden Glieder. Die Verschiedenheit in dem Grad der Muskelempfindungen, die in diesen entstehen, indem er die verschiedenen Punkte seiner Körperoberfläche berührt, giebt ihm Aufschluss über das Lageverhältniss der mit von einander verschiedenen Empfindungsqualitäten ausgestatteten Hautstellen. Sobald er diese Kenntniss aber besitzt wird es ihm wie dem Sehenden möglich, von Aussen stattfindende Eindrücke zu lokalisiren, räumlich von einander zu trennen und so sich eine Tastfläche zu schaffen, auf der die Gestalt der Objekte sich abbildet. Die Empfindung mit ihrer von der empfindenden Stelle des Tastorgans abhängenden qualitativen Verschiedenheit und die eigene Bewegung mit ihren durch ihren Umfang bedingten verschiedenen Abstufungen des Muskelgefühls sind so die beiden Elemente, aus denen die Seele des Blindgeborenen sich die räumliche Anschauung bildet. Auf ganz ähnliche Weise entstehen nun offenbar die ersten Gesichtswahrnehmungen des Sehenden, nur kommt bei ihnen noch die besondere Beziehung in Betracht, in welcher der Punkt des deutlichsten Sehens zu den Bewegungen des Auges steht.

Zwischen dem Punkt des deutlichsten Sehens und der Augenbewegung besteht eine ähnliche Art von Reflexmechanis-

mus wie zwischen der Deutlichkeit des Netzhautbildes und der Accomodation. Auch hier sind es die dominirenden Punkte und Linien im Sehfeld, die unsere Wahrnehmung leiten. Jeder von der sonst gleichmässigen Sehfeldfläche abstechende Punkt zwingt unser Auge die Sehâxe so einzustellen, dass das Bild des Punktes auf die Stelle des deutlichsten Sehens fällt; sind mehrere dominirende Punkte vorhanden, so wendet sich das Auge zunächst demjenigen zu, der den intensivsten Eindruck hervorruft, und dann den übrigen in der Reihenfolge ihrer deutlichen Wahrnehmbarkeit. Erst wenn der Wille erwacht ist, vermag dieser das Auge von jenem Zwang der Bewegung in einem gewissen Grad zu befreien. Dass aber auch dies dem Willen oft schwierig gelingt, wenn ihm seine Intention nicht durch ein Uebergehen auf andere dominirende Punkte erleichtert wird, davon überzeugt man sich leicht in stereoskopischen Versuchen. Bietet man z. B. jedem Auge eine vertikale Linie dar, so ist es kaum möglich, wenn beide Linien die geeignete Entfernung haben, das einfache Bild willkürlich in zwei zu trennen; es gelingt dies gewöhnlich nur, wenn man die Linien (deren jede man zu diesem Zweck auf ein besonderes Papier gezeichnet hat) etwas auseinander rückt, aber auch dann gelingt es nur so lange, als man das Auge mit grosser Anstrengung vollkommen unbeweglich hält, die geringste Bewegung macht die Doppelbilder alsbald wieder verschmelzen. Noch schöner ist der Versuch, wenn man mit dem einen Auge einen grössern, mit dem andern einen kleinern Kreis betrachtet, deren Unterschied übrigens hinreichend sein muss, damit er beim stereoskopischen Sehen nicht ignorirt wird. Hier sieht man niemals den kleinern etwa in der Mitte des grössern Kreises, sondern er liegt immer in der Weise excentrisch, dass seine Krümmung auf der einen oder andern Seite mit der des grössern Kreises zusammenfällt, durch Bewegungen des Auges gelingt es wohl zuweilen, ihn auf die entgegengesetzte Seite zu bringen, aber beide Kreise concentrisch zu sehen gelingt auch hier nur auf kurze Zeit bei geringem Auseinanderrücken der Figuren.

Die dominirenden Punkte, welche die Augenbewegungen leiten, bilden sich wahrscheinlich erst allmälig aus einem ursprünglich nur zwischen intensiveren Lichteindrücken und der Bewegung vorhandenen Zusammenhange hervor; die Empfänglichkeit für kleinere Reize muss das Auge sich erst an den grössern erwerben. Hierfür spricht nämlich, dass neugeborene Kinder bekanntlich alle Gegenstände im Sehfeld unbeachtet lassen, wenn nicht einer derselben durch sehr intensives Licht sich

auszeichnet. Dieser anfänglich so beschränkte Reflexzusammenhang macht es offenbar allein möglich, dass das Kind überhaupt zu einer geordneten Raumanschauung gelangen kann, denn wäre das Auge von Anfang an für alle Eindrücke von gleicher Empfänglichkeit, so würde es die unendliche Summe derselben niemals bewältigen können. Erst wenn das Auge an die stärkeren Eindrücke gewöhnt ist, geht es zu den schwächeren, die ihm nunmehr erst, da sie im Verhältniss zu jenen etwas Neues sind, einen Bewegungsreiz abgeben, in der Reihenfolge ihrer Abstufung über. So sind die räumlichen Gesichtsvorstellungen des Kindes Anfangs bloss örtliche Unterscheidungen von Licht und Dunkel, zu denen dann die übrigens noch lange sehr unvollkommene Unterscheidung der Farben hinzutritt, hierauf bilden sich oberflächliche Schemata der äussern Gegenstände, indem zunächst die gröberen Umrisse der Formen sich einprägen, und erst von diesen allgemeinen Vorstellungen aus geht der sich entwickelnde Sinn allmälig auf das Einzelne ein. Die Art und Weise, wie die Entstehung des Sehfeldes geschieht, lässt nun allein folgendermaassen sich denken. Gesetzt es bieten dem Auge zwei leuchtende Punkte in hinreichender Entfernung von einander sich dar, so werden diese Punkte, auch wenn die von ihnen herrührenden Eindrücke an und für sich, wie wir voraussetzen wollen, vollkommen sich gleichen, dennoch zwei verschiedene Empfindungen veranlassen, weil sie auf zwei Stellen der Netzhaut von verschiedenem Quale der Empfindungen sich abbilden. Damit ist jedoch noch durchaus keine räumliche Scheidung der beiden Eindrücke gegeben. Nehmen wir aber an, das Auge bewege sich aus dieser seiner ersten in eine zweite Lage, und in der letztern bilde der zweite Lichtpunkt genau auf der Netzhautstelle sich ab, auf welcher früher der erste sich befand, so wird nun auch die zweite Empfindung mit der ersten qualitativ identisch geworden sein, während diese selbst sich geändert hat. Indess aber das Auge aus der ersten in die zweite Lage überging, gab die hierbei stattfindende Muskelempfindung ein Maass des von demselben zurückgelegten Weges, also ein Maass für die Entfernung der beiden leuchtenden Punkte. Dieser Mechanismus, der ein rein zufälliger bliebe, wenn nicht ein bestimmter Zusammenhang zwischen der Stelle des deutlichsten Sehens und der Augenbewegung bestände, wird nun durch diesen Zusammenhang zu einem nothwendigen und geregelten. Indem wir den Punkt des deutlichsten Sehens successiv über eine Mehrheit leuchtender Punkte hinführen, geben uns die dabei stattfindenden Muskelempfindungen Auf-

schluss über die relative gegenseitige Entfernung derselben; nachdem wir das Einzelne percipirt haben, fassen wir seine Vielheit zu einem Ganzen zusammen und bilden so, den äussern Raum gewissermaassen aus seinen Elementen uns aufbauend, die Vorstellung der räumlichen Fläche.

Was bei dieser Entstehungsweise des Sehfeldes noch eine scheinbare Schwierigkeit macht, ist der Umstand, dass man von vornherein denken sollte, der Eindruck, der einmal durch seine überwiegende Intensität das Auge gefesselt hat, würde nie mehr verlassen werden, um einem minder intensiven sich zuzuwenden, denn an einen Einfluss des Willens ist natürlich in dieser Zeit noch nicht zu denken, es folgt die Bewegung einzig und allein dem Zwang des Reflexmechanismus, und es muss daher in diesem selber der Grund zu jenem scheinbar spontanen Wechsel in der Wahl der Eindrücke liegen. Ein solcher Grund fiudet sich nun in der That in der Abstumpfung der empfindenden Stelle mit der Dauer des Eindrucks. Diese bedingt es, dass nach Verfluss einer gewissen Zeit die Bewegungstendenz, die von einem ungleichartigen Eindrucke ausgeht, für den die Empfänglichkeit noch nicht geschwächt ist, über die ursprüngliche überwiegend wird, und so lässt es sich denken, dass ohne jegliche Veränderung der objektiven Eindrücke eine successive Perception mit dem Punkt des deutlichsten Sehens zu Stande kommt.

Sobald einmal hinreichend viele Eindrücke stattgefunden haben, dass jeder Punkt der Netzhaut nach dem besondern Quale seiner Empfindung bekannt und durch die ihm entsprechende Muskelempfindung in Bezug auf den Punkt des deutlichsten Sehens lokalisirt ist, ist die Entstehung des Sehfeldes vollendet, und es wird nun nicht mehr bei jeder einzelnen Wahrnehmung die ganze Summe von Processen wiederholt zu werden brauchen, die zur ersten Bildung räumlicher Wahrnehmungen nothwendig waren, es wird nicht mehr jedesmal eine successive Auffassung der einzelnen Eindrücke stattfinden, sondern es wird die ganze Wahrnehmung, wenn sie nicht allzu verwickelt ist, in einem Momente der Perception gegeben sein. Die Totalwahrnehmungen gehen allmälig aus der blossen Auffassung von Einzeleindrücken durch die fortgesetzte Verbindung derselben hervor, bis sie endlich im ausgebildeten Sehfeld jenen höchsten Grad der Vollendung erreicht haben, bei dem ein einziger Blick eine so grosse Summe von Wahrnehmungen zu liefern vermag, dass nur in verhältnissmässig langer Zeit die successive Reproduktion derselben der Einbildungskraft möglich wird.

Mit der Bildung des Sehfeldes hat der sich entwickelnde Mensch den Objekten, die dieses Feld ihm darbietet, nur eine relative Lage und Entfernung angewiesen; damit ist aber die Gesichtswahrnehmung in der Fläche noch nicht vollendet, denn von der Lage, welche die Objekte im Verhältniss zum eigenen Körper einnehmen, giebt die bloss relative Lokalisirung derselben noch gar keine Vorstellung. Bei der Erklärung dieser letzten Orientirung des ganzen Sehfeldes fand man meistens eine Schwierigkeit darin, dass die Lage des Netzhautbildes bekanntlich die umgekehrte von derjenigen ist, in welcher wir die Gegenstände wirklich sehen, und man hat, um zu beweisen dass diese Wirklichkeit möglich sei, zu mannichfaltigen, zum Theil sehr sonderbaren Erklärungsversuchen seine Zuflucht genommen. Den Bedenken, welche die Thatsache des Verkehrtsehens erregte, konnte eine gewisse Berechtigung nicht abgesprochen werden, so lange man an der Meinung festhielt, dass mit der räumlichen Anordnung der Netzhautelemente auch die Auffassung der Eindrücke in räumlicher Form schon gegeben sei. Da aber jene Meinung sich als unhaltbar herausgestellt hat, so verliert die besondere Lage des Netzhautbildes in dieser Hinsicht jede Bedeutung, und es wird lediglich darauf ankommen, welche Anhaltspunkte die Vorstellung hat, um den Objekten diejenige Lage zu geben, die wir mit Bezug auf unsern eigenen Körper denselben zuschreiben. Derartige Anhaltspunkte werden nun vor Allem gegeben durch die Tastempfindungen. Das Kind beginnt die Gegenstände zu lokalisiren, indem es Tast- und Gesichtssinn zugleich zu seiner Orientirung verwendet, und diejenige Lage, die es den einzelnen Punkten eines Gegenstandes durch seine Tasterfahrungen zu geben genöthigt wird, ist maassgebend für seine Gesichtswahrnehmungen. Der Tastsinn selber liefert uns aber nicht durch die blosse Hautempfindung Aufschluss über das Lageverhältniss der Objekte, sondern es bedarf hierzu noch wesentlich der Bewegung unserer tastenden Glieder, erst indem wir mit diesen an den Objekten entlang gehen, erhalten wir Aufschluss über die Lage, in der sich die Objekte zu unsern Tastorganen und damit zum ganzen Körper befinden. Ein Erforderniss zur Möglichkeit einer geordneten Raumanschauung ist desshalb, dass alle unsere Tastbewegungen in übereinstimmendem Sinne erfolgen, ein Erforderniss, das übrigens schon aus andern Gründen an unsern Körpermuskeln nothwendig realisirt sein muss. Aber auch die Bewegungen unseres Auges können wir als Tastbewegungen bezeichnen, denn wir haben uns ja überzeugt, dass diese Bewegungen für den Gesichtssinn

dieselbe Bedeutung haben wie die Bewegungen der tastenden Glieder für den Gefühlssinn, wir werden also auch die Anforderung stellen müssen, dass die Augenbewegungen in einem mit den übrigen Bewegungen übereinstimmenden Sinne von statten gehn. Gesetzt also, wir hätten einen Gegenstand vor uns, an dem wir mit der Hand tastend von unten nach oben emporgehen, während wir zugleich unser Auge so drehen, dass es den Gegenstand von unten nach oben fixirend verfolgt, so werden, obgleich und sogar weil das Retinabild eine verkehrte Lage hat, beide Bewegungen im gleichen Sinne erfolgen. Wenn also für die Lage des Netzhautbildes gar kein anderer Grund existirte als die Bewegungen des Auges, so dürfte es schon wegen dieser keine andere haben; aber dieser Grund selbst hängt wieder so sehr mit allen übrigen anatomischen und physiologischen Verhältnissen unseres Gesichtssinnes zusammen, dass Verkehrtsein des Netzhautbildes und Aufrechtsehen nur als eine nothwendige Folge unserer ganzen Organisation zu betrachten sind. —

Wir können am Schlusse dieses Abschnittes nicht umhin, noch eines Zweifels Erwähnung zu thun, der gegen die Herleitung aller unserer räumlichen Gesichtswahrnehmungen aus einer Reihenfolge unbewusster Schlüsse leicht sich erheben kann, obgleich wir ein näheres Eingehen auf diesen Gegenstand einem späteren Orte vorbehalten müssen. Man kann nämlich sagen: bei dieser psychologischen Herleitung der Wahrnehmungen werden der sich entwickelnden Seele schon so vielfache und verwickelte Schlüsse zugemuthet, dass sich schwer begreifen lässt, wie sie dazu in so früher Zeit schon befähigt sein sollte; warum geschehen überdies die Wahrnehmungen mit so grosser Sicherheit und bei allen Menschen mit so grosser Gleichmässigkeit, während uns die alltägliche Erfahrung sagt, dass Schlüsse, deren logische Verwicklung nicht einmal so gross ist, sehr oft Fehlschlüsse sind, und dass die Menschen in ihren Schlussfolgerungen keineswegs durch eine grosse Einmüthigkeit gewöhnlich sich auszeichnen? Diese Bedenken wären allein gegründet, wenn wir die psychischen Akte, aus denen die Wahrnehmung sich bildet, als bewusste Handlungen betrachten würden. Dass sie dies nicht sind geht schon daraus hervor, dass wir von dem Wesen jener Akte keineswegs eine unmittelbare Gewissheit haben, sondern erst aus verschiedenen abgeleiteten Verhältnissen auf dasselbe folgern können. Erst in's bewusste Leben übersetzt nimmt der psychische Process der Wahrnehmung die Form des Schlusses an. Was aber den unbewussten Schluss allein möglich macht,

ist die Gleichmässigkeit und die grosse Häufigkeit, mit welcher die einzelnen Glieder desselben sich wiederholen; wir werden in jedem Augenblick zu einer Menge unbewusster Schlüsse gezwungen, und dieser Zwang der äussern Wahrnehmung ist es zugleich, der dieselbe zu einer Sicherheit erhebt, wie sie die bewusste Reflexion niemals liefern kann.

5. Ueber den Einfluss der Augenbewegungen auf die räumliche Tiefenwahrnehmung.

Wir haben gesehen, dass die Genauigkeit unseres Gesichtssinnes in der Auffassung räumlicher Entfernungen nicht bloss in der Empfindungsschärfe desselben eine natürliche Grenze findet, sondern dass selbst noch besondere Verhältnisse im Bewegungsapparat des Auges in jene Auffassung unvermeidliche Fehler bringen, die noch weit diesseits dieser Grenze gelegen sind. Davon dass wir streng genommen nur die Distanz solcher Punkte vergleichen dürften, deren Verbindungslinie eine und dieselbe Neigung zum Horizont besitzt, wissen wir a priori natürlich gar nichts, und wir vergleichen daher Entfernungen aller möglichen Richtungen, ohne dass es uns jemals einfiele an unserm Urtheil die nöthige Correktur anzubringen. Nichts desto weniger entspringen aus diesem Umstand nicht die Fehler, die man erwarten sollte; der Grund hierfür liegt darin, dass alle unsere räumlichen Messungen von der Abschätzung der Tiefendimension ausgehen, und dass bei dieser eine zwingende Gewohnheit uns veranlasst, einer einzigen Bewegungsrichtung der Sehaxe vor allen andern den Vorzug zu geben; diese Bewegungsrichtung ist diejenige, bei welcher die gerade nach vorn gerichtete Sehaxe in der durch sie gelegten Vertikalebene bleibt.

Die Ursache dieser Gewohnheit müssen wir offenbar darin finden, dass wir überhaupt stets diejenige Ausdehnung des Raumes, welche jener Bewegungsrichtung der Sehaxe entspricht, nicht nur als Längen- sondern zugleich als Tiefendimension, die auf ihr senkrechte dagegen als Breitendimension auffassen. Der Grund für diese Auffassung aber ist, dass jene besondere Bewegungsrichtung der Sehaxe zugleich die Bewegungsrichtung unseres ganzen Körpers ist, wenn wir nach der Tiefe des Raumes uns fortbewegen. Beides hängt zusammen mit den Verhältnissen der Muskelanordnung und Muskelwirkung, vermöge welcher die entsprechenden Bewegungen sich vorzugsweise zu kombiniren pflegen.

Nach dieser vorläufigen Feststellung wollen wir die Frage zu beantworten suchen: in welcher Weise und in welchem Um-

fange wirkt die Bewegung des Auges beim Zustandekommen unserer räumlichen Tiefenwahrnehmung?

Was zunächst den Umfang betrifft, in dem wir räumliche Entfernungen nach der dritten Dimension des Raumes abschätzen, so ist aus den einfachsten Beobachtungen klar, dass hierin die Bewegung unseres Auges, ähnlich nur nicht ganz in gleichem Maasse wie die Accomodation, durch grössere Entfernungen eine Beschränkung erleidet. Alle sehr fern befindlichen Gegenstände scheinen uns in einer und derselben Fläche zu liegen, unser Auge vermag daher auch nur noch durch seine Bewegungen die Distanzen dieser Gegenstände in ihrer Projektion auf die Sehfeldfläche zu messen, und das Einzige, was uns hier bisweilen noch zu einer Schätzung der relativen Entfernung der Objekte befähigt, ist das aus dem Sehwinkel, unter dem sie erscheinen, entnommene Urtheil. Diese Beschränkung hat ihren Grund in dem Umfang unserer Augenbewegungen. In sehr grosser Nähe ist uns schon eine äusserst kleine Distanz wahrnehmbar, und es ist eine merkliche Bewegung der Sehaxe erforderlich, um sie zu durchmessen, je mehr die Entfernung wächst, um so grösser wird die Distanz, die zu ihrer Durchmessung eine gleiche Bewegung nöthig macht, und schliesslich wird dieselbe unendlich gross.

Doch ist abgesehen hiervon schon in der Art und Weise, wie die Augenbewegungen zu Entfernungsschätzungen verwendet werden, eine Beschränkung dieses Hülfsmittels gegeben. Die Beobachtung zeigt nämlich, dass wir, um die Distanz von Objekten bestimmen zu können, wenn dieselbe nicht durch ein auf ihre scheinbare Grösse gegründetes Urtheil schon bekannt ist, immer auf folgende Weise verfahren. Wir nehmen unsern eigenen Standpunkt, den wir zuerst fixiren, zum Ausgangspunkt, und von diesem aus bewegen wir unsere Sehaxe so vorwärts, dass ihr auf der Ebene des Sehfeldes gedachter Endpunkt eine gerade Linie beschreibt, die von unserm Standpunkt anfängt und an dem Fusspunkte des Objektes, dessen Entfernung bestimmt werden soll, aufhört, dieser ist der zuletzt fixirte Punkt. Dabei bleibt beim Sehen mit einem Auge zugleich die Sehaxe während ihrer ganzen Bewegung in einer Ebene, die der durch die Körperaxe gelegten Vertikalebene parallel ist. Aus dem Umfang der Bewegung, der zu der successiven Fixation der beiden Punkte nothwendig ist, wird auf ihre geradlinig gemessene Entfernung geschlossen. Zunächst ist dieser Schluss bloss ein relativer: der grösseren Bewegung entspricht die grössere, der kleineren die kleinere Entfernung. — Wollen wir nun die relative Entfernung von

Punkten schätzen, die nicht in einer und derselben Richtung liegen, so zeigt die Beobachtung, dass wir hierbei nur dann unsern Standpunkt nicht verändern, wenn der Gesichtswinkel, welcher den Richtungsunterschied beider Punkte auf uns selber bezogen ausdrückt, ein sehr kleiner ist, und zwar verfahren wir dann so, als wenn beide Punkte in einer und derselben Linie lägen, wir vollführen nämlich nicht zwei von uns ausgehende Bewegungen der Sehaxe nach einander, sondern wir fixiren im Verlauf einer Bewegung die hinter einander liegenden Punkte in der Reihenfolge ihrer Entfernung, von sehr kleinen Richtungsunterschieden abstrahiren wir also gewissermassen gänzlich. Sobald der Richtungsunterschied verschiedener Punkte grösser ist, können wir uns aber nicht mehr auf eine Bewegung beschränken, sondern wir müssen mit unserm Auge alle geraden Linien durchlaufen, die wir von uns aus nach jedem einzelnen Punkt gezogen denken. Um dies zu können, ist es nothwendig, dass wir das Auge um unsere Körperaxe drehen, was entweder durch die blosse Bewegung des Kopfes oder durch eine Bewegung des ganzen Körpers geschieht, je nach dem Umfang der Drehung, die gerade nöthig ist, um die Sehaxe in die Richtung der von unserm Standpunkt aus nach dem entfernten Punkt gezogenen Geraden zu bringen.

Die Bewegungen, welche die Sehaxe bei der Durchmessung der Entfernungen zu machen hat, geschehen nicht bloss durch die Wirkungen der Augenmuskeln, d. h. die Drehungen des Auges für sich, sondern es bewegt sich ja auch das Auge und mit ihm die Sehaxe bei den Drehungen des ganzen Kopfes, und diese Bewegungen des Kopfes unterstützen die Bewegungen des Augapfels, um der Sehaxe einen Umfang der Lageänderung möglich zu machen, den sie durch die letztern allein niemals erreichen würde. Die Bewegungen des Kopfes geschehen um eine vertikale, eine horizontale und eine hierauf senkrechte von vorn nach hinten gerichtete Drehungsaxe, davon ist es die horizontale Axe, um welche diejenigen Bewegungen geschehen, die zur Unterstützung der vorhin erörterten Augenbewegungen in Anwendung kommen. Die Bewegung des Kopfes für sich genügt schon, um der Sehaxe die ganze Bewegung, die sie machen muss, zu ertheilen; von individuellen Verhältnissen hängt es dann noch ab, ob das Auge selber mehr oder weniger zur Mithülfe herbeigezogen wird. Das einzige in dieser Hinsicht Constante ist, dass die Beschreibung des Theils des ganzen vom Endpunkt der Sehaxe zu durchlaufenden Weges, der sich in der Nähe unseres Stand-

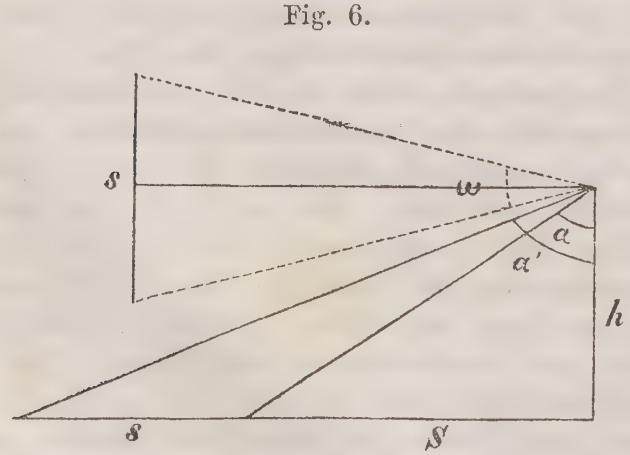
punktes befindet, vorzugsweise auf Rechnung der Drehung des Kopfes kömmt, ja in sehr grosse Nähe vermag das Auge allein den Fixationspunkt gar nicht zu führen; der Theil des Weges, der dem entfernten Punkt näher ist, wird hingegen vorzugsweise durch die Bewegungen des Auges zurückgelegt, und es fordert einen besondern Zwang, wenn man auch ihn der alleinigen Bewegung des Kopfes zumuthen will. — Der Schluss, auf den hiernach das Urtheil über die relative Entfernung der Gegenstände sich stützt, ist kein einfacher, er ist nicht bloss entnommen aus dem Bewegungsgefühl des Augapfels, sondern zugleich aus dem Bewegungsgefühl des Kopfes; beide Bewegungen wirken aber nicht in unveränderlicher Weise zusammen, sondern bald überwiegt die eine bald die andere, es kann somit auch jener Schluss nicht aus der aus beiden Muskelgefühlen zusammengesetzten Totalempfindung gezogen, sondern es muss für denselben jede einzelne von ihnen in Rechnung gebracht werden. Dass dies sich so verhält geht überdies daraus hervor, dass wir im Bewusstsein jede einzelne jener Bewegungen von einander zu trennen vermögen: wir wissen, ob wir gleichzeitig das Auge und den Kopf drehen, und haben eine Vorstellung davon, in welchem Umfang diese Drehung geschieht.

Von der Thatsache, dass das Urtheil über die relative Entfernung der Gegenstände beim Sehen mit einem Auge vorzugsweise auf den mit der Sehaxe zwischen ihren Fusspunkten zurückgelegten Weg gegründet ist, kann man sich durch folgenden einfachen Versuch überzeugen. Man schliesse das eine Auge und bedecke das andere von unten theilweise, so dass bis in einige Ferne nichts vom Boden zu sehen ist. Nun wähle man sich zwei Objekte zur Vergleichung aus, bei denen keinerlei accessorische Momente, z. B. theilweises Bedecktsein des einen durch das andere, verschiedene Schattirung, das Urtheil bestimmen können, und die zugleich nicht so weit von einander entfernt sind, dass innerhalb der Accomodationsgrenzen das Accomodationsgefühl oder ausserhalb derselben die scheinbare Grösse einen Anhaltspunkt abgiebt. Man wird so bei der Wahl geeigneter Objekte finden, dass man über die relative Entfernung derselben vollständig im Unsichern ist. Zieht man nun den Schirm, der das Auge von unten verdeckt, hinweg, so dass die Fusspunkte der beobachteten Gegenstände blossgelegt werden, so unterscheidet man alsbald und noch bei sehr geringen Distanzen das Nähere von dem Entfernteren. — In dieser Abhängigkeit von dem Blossliegen der Fusspunkte der Gegenstände liegt nun aber offenbar wieder eine be-

deutende Beschränkung. Hierdurch werden nämlich unsere Entfernungsbestimmungen ganz und gar abhängig von dem Terrain, auf dem wir uns befinden. Nun ist aber dieses nirgends von solcher Beschaffenheit, dass nicht die Gegenstände sich theilweise verdecken, so dass die Fusspunkte aller Objekte, deren Entfernung eine gewisse von der Beschaffenheit des Terrains abhängige Grösse überschreitet, uns unsichtbar sind.

Man sollte hiernach erwarten, dass diese Beschaffenheit des Terrains einen Hauptfaktor bei unsern Entfernungsschätzungen abgeben müsse. Nichts desto weniger ist dies gewöhnlich durchaus nicht der Fall, und zwar desshalb, weil wir schon durch eine andere Ursache auf eine gewisse ziemlich enge Grenze der Entfernungen eingeschränkt sind, auf eine Grenze, innerhalb deren die von der Beschaffenheit des Terrains abhängigen Verhältnisse meistens gar nicht mehr in Betracht kommen. Diese Ursache liegt darin, dass die Grösse des Weges, welche eine merkliche Bewegung des Auges zu ihrer Zurücklegung erfordert, mit wachsender Entfernung immer mehr zunimmt. Hierdurch geschieht es, dass zwei Objekte, die um eine Tiefendistanz von einander entfernt sind, welche in grösserer Nähe sehr leicht bemerkt würde, in grösserer Ferne wie in einer und derselben Ebene liegend erscheinen. Während bei dem flächenhaften Sehen der Gesichtswinkel, welcher einer bestimmten linearen Distanz entspricht, einfach proportional der Entfernung abnimmt, geschieht diese Abnahme viel rascher beim Sehen von Tiefendistanzen. Auch hier wollen wir denjenigen Winkel, welchen die Sehaxe zu durchlaufen hat, um vom einen Endpunkt der zu messenden Distanz zum andern zu gelangen, als Gesichtswinkel bezeichnen. Dieser Winkel, den wir ω' nennen wollen, ist, wenn s in Fig. 6 jene Distanz ist, offenbar $= \alpha' - \alpha$, d. h. gleich dem Unterschied der successiven Visirwinkel, wobei wir unter Visirwinkel denjenigen Winkel verstehen, welchen die jedesmalige Richtung der Sehaxe mit der vertikalen Körperaxe einschliesst. Der Winkel ω' ist nun, wie schon die blosse Anschauung der Figur lehrt, nicht bloss von der Entfernung S des nächsten Punktes und

Fig. 6.



von der Distanz s, sondern zugleich von der Höhe h des Endpunktes der Sehaxe über der Ebene des Bodens abhängig, und zwar nimmt ω' viel rascher ab als S zunimmt, so dass das Verhältniss $\frac{\omega}{\omega'}$ (wenn ω den Gesichtswinkel bedeutet, welcher der Entfernung $S + \frac{3}{2}$ bei flächenhaftem Sehen entspricht) von einer Grenze der Gleichheit an immer schneller wächst, und in nicht sehr grosser Ferne wird schon ω' im Vergleich zu ω verschwindend klein. — Zur näheren Berechnung von ω' bieten sich die Gleichungen

$$\text{tgt. } \alpha = \frac{S}{h},$$

$$\text{tgt. } \alpha' = \frac{S + s}{h},$$

aus denen, wenn s und h bekannt sind, die Abhängigkeit des Winkels ω' von der Entfernung S sich bestimmen lässt.

Setzt man für s und h bestimmte Grössen, und berechnet man die correspondirenden Werthe von ω und ω', welche sich ergeben, wenn man S gleichmässig wachsen lässt, so findet man, dass der Quotient $\frac{\omega}{\omega'}$ immer mehr zunimmt. Setzt man z. B. s und h beide $= 1$, so wird derselbe für $S = 1$ gefunden $= 2$, für $S = 5$ ist $\frac{\omega}{\omega'} = 5{,}6$, für $S = 10$ ist $\frac{\omega}{\omega'} = 10{,}5$, und für $S = 100$ ist $\frac{\omega}{\omega'} = 100$. Hieraus lässt sich leicht ersehen, wie schnell der Winkel ω' mit wachsender Entfernung abnimmt.

Die Erkennung einer Tiefendistanz ist somit ganz und gar abhängig von der Weglänge, die zwischen ihr und unserm Standpunkte liegt, und ebenso müssen wir diese in Rechnung ziehen, wenn wir über die Grösse jener urtheilen wollen: bei allen quantitativen Urtheilen gehen wir von uns aus und nehmen uns selber zum Maassstabe. Trotz dieser Gebundenheit an unsern eigenen Standpunkt ist es aber nicht gerade nothwendig, dass wir jedesmal, wenn wir über eine Entfernung urtheilen wollen, den ganzen Process wiederholen, auf den sich dieses Urtheil gründet, sondern wir vermögen Manches aus frühern Erfahrungen leicht zu ergänzen. Namentlich unterlassen wir es häufig, wenn wir die Entfernung, in der ein Objekt sich von uns selber befindet, schätzen wollen, zu

diesem Zweck mittelst der Bewegung unseres Auges den ganzen zwischenliegenden Weg zurückzulegen, sondern es giebt uns hier schon die relative Grösse des Visirwinkels, von der wir ein ungefähres Bewusstsein haben, ein annäherndes Maass ab; und ebenso können wir aus der Verschiedenheit successiver Visirwinkel über grössere oder kleinere Entfernungen urtheilen. Derartige Schätzungen erreichen aber niemals den Grad der Genauigkeit, den wir zu erzielen im Stande sind, wenn wir das ganze ungekürzte Verfahren in Anwendung bringen. Davon überzeugt man sich leicht, wenn man eine und dieselbe Entfernung zuerst bloss mit Hülfe des Visirwinkels und dann mit Hülfe der Bewegung der Sehaxe abschätzt; man wird dabei finden, dass die erstere Schätzung immer viel kleiner als die letztere ausfällt, wo es uns daher auf eine grössere Genauigkeit ankommt, pflegen wir stets zu dieser unsere Zuflucht zu nehmen. Ueberhaupt ist uns mit alleiniger Hülfe des Visirwinkels immer nur eine relative Schätzung möglich: bei grösserem Visirwinkel urtheilen wir, dass ein Objekt ferner, bei kleinerem, dass es näher sei, über eine absolute Entfernung können wir aber dabei gar nichts bestimmen.

Von der Art und Weise wie der Visirwinkel das Urtheil leitet kann man sich durch folgenden einfachen Versuch überzeugen. Am Fusse einer vertikalen Leiter stehend fixire man einen markirten Punkt des Bodens, der nicht allzu entfernt ist; steigt man jetzt an der Leiter empor, während man den Punkt fortwährend fixirt hält, so scheint dieser in dem Maasse sich zu nähern, als man höher steigt, und beim Herabsteigen entfernt er sich wieder; während dieser auf- und absteigenden Bewegungen hat sich aber offenbar in gleicher Weise der Visirwinkel geändert, denn, wenn wir denselben wieder mit α und die Höhe des Auges über dem Boden mit h bezeichnen, so ist die constant bleibende Entfernung des fixirten Punktes $=$ h. tgt. α. Uebrigens ist die Thatsache, dass ein entfernter Punkt uns um so näher scheint, je höher wir uns befinden, schon der alltäglichen Erfahrung geläufig und wird nur gewöhnlich nicht sehr beachtet. Jeder hat schon erfahren, dass ein entfernter Gegenstand in einer ausgedehnten Ebene, der ihm sehr weit zu sein schien, als er ihn von dem Fuss eines Berges oder Thurmes aus betrachtete, ihm plötzlich viel näher gerückt vorkam, nachdem er die Spitze erstiegen hatte. Bei Gegenständen, die so nahe sind, dass die erstiegene Höhe dagegen in Betracht kommt, wird dies allerdings zum Theil auch veranlasst durch die Verkleinerung des Gesichtswinkels,

unter dem die von dem Gegenstand zum Fuss des Berges oder Thurmes geradlinig gemessene Entfernung erscheint; aber man bemerkt jenes scheinbare Näherrücken auch dann, wenn man auf die scheinbare Distanz des Punktes vom Fuss der erstiegenen Höhe gar nicht achtet oder nicht wohl achten kann, weil die Entfernung zu gross ist. Vollends ist in unserm oben angeführten Versuch ein derartiger Einfluss des Gesichtswinkels ganz und gar ausgeschlossen.

Bloss vermittelst jener Bewegungen der Sehaxe, bei welchen ihr im Sehfeld gedachtes Ende vom Fusspunkt des einen zu dem des andern Gegenstandes continuirlich übergeht, vermögen wir zu einem Urtheil über absolute Entfernungen zu gelangen; und auch hier ist dieses nur dann möglich, wenn der erste Punkt, von dem wir ausgehen, unser eigener Standpunkt ist. Dies geht daraus hervor, dass der Visirwinkel für sich immer nur zu relativen Messungen befähigt; gehen wir daher auch continuirlich von einem Visirwinkel zum andern über, so fehlt es uns an einem Maass, das wir an die so durchmessene Entfernung anlegen, da uns die Entfernung des Punktes, von dem wir ausgingen, unbekannt ist. — Die Thatsache, dass eine derartige immer von uns selber ausgehende Bewegung der Sehaxe zu absoluten Bestimmungen nothwendig ist, wird theils durch die unmittelbare Beobachtung erwiesen, theils lässt sie sich durch folgenden Versuch zur Anschauung bringen. Man schliesse das eine Auge und verdecke das andere von unten so weit mit einem Schirm, dass man gerade noch den Fusspunkt eines in einiger Entfernung befindlichen Gegenstandes zu fixiren vermag; man nehme überdies einen Maassstab zur Hand, um in dessen Längeneinheiten die Entfernung des Gegenstandes abschätzen zu können. Man wird finden, dass hierbei jede Schätzung entweder ganz unmöglich oder doch sehr unsicher und schwankend ist, und entschliesst man sich wirklich zu derselben, so fällt sie unfehlbar falsch aus, auch wenn der Gegenstand sich in grosser Nähe befindet, und zwar ist sie regelmässig im Vergleich zur wahren Entfernung zu klein. Zieht man jetzt den Schirm weg und lässt das Auge vom eigenen Standpunkt sich bis zum Fusspunkte hinbewegen, so ist alsbald eine Schätzung mit grosser Sicherheit möglich, und diese fällt, wenn sich der Gegenstand nicht in allzu grosser Ferne befindet, äusserst genau aus. Hat man nicht gerade einen Maassstab zur Hand, dessen Einheiten man der Messung zu Grunde legt, so liegt es natürlich am nächsten, diese Einheiten von Theilen unseres eigenen Körpers zu entnehmen, und dies ist in der That bei unsern

immer sich wiederholenden Schätzungen nach dem Augenmaass das ganz Gewöhnliche. Hierin liegt offenbar der erste Ursprung jedes Längenmaasses, hierin der Grund, dass dasselbe anfänglich immer von Theilen unseres eigenen Körpers entnommen ist, ja selbst der speciellere Grund, dass gerade der Fuss fast allen natürlichen Längenmaassen zur Einheit gedient hat, denn unser Fuss ist ja der Punkt, von dem unser Auge bei allen Bewegungen ausgehen muss, die es zur Bestimmung absoluter Entfernungen macht.

Unsern absoluten Entfernungsmessungen ist in Bezug auf ihren Umfang durch die Art wie sie zu Stande kommen eine noch viel engere Grenze gesetzt als unsern relativen Bestimmungen. Während nämlich bei diesen nur die Unterscheidungsgrenze näherer und weiterer Objekte mit wachsender Entfernung sehr schnell an Feinheit abnimmt, werden absolute Messungen, sobald die Entfernung des Gegenstandes eine gewisse ziemlich enge Grenze überschreitet, falsch und bald ganz unmöglich. Da der Gesichtswinkel, welcher der gleichen Tiefendistanz entspricht, mit dem Fernerrücken derselben sehr schnell abnimmt, so sollte man streng genommen sogar erwarten, dass nur etwa in allernächstem Umkreis eine richtige Entfernungsbestimmung möglich sei. Nichts desto weniger ist diese bei weitem nicht in dem Grade beschränkt, als man a priori vermuthen sollte, und es ist offenbar, dass wir hierbei die Abnahme des Gesichtswinkels mit wachsender Entfernung bis zu einem gewissen Grade in Rechnung zu bringen im Stande sind. So können wir noch auf einige Meter im Umkreis Distanzen bis auf wenige Centimeter genau schätzen (wobei die Abweichungen nach der einen oder andern Seite liegen können). Wird dieser Umkreis aber überschritten, so schätzt man die Distanz kleiner als sie wirklich ist, und dies nimmt bei grösseren Entfernungen immer mehr zu, so dass ja, wie aus der alltäglichen Erfahrung schon bekannt ist, ein Meilen weit entfernter Gegenstand uns oft mit wenigen Schritten erreichbar zu sein scheint.

Nicht nur die relative Schätzung einer Distanz aus dem Visirwinkel, sondern auch die absolute aus der Bewegung des Auges ist abhängig von der Höhe desselben über der Ebene des Bodens, aber diese Abhängigkeit ist hier von geringerer Bedeutung, und sie macht sich überdies nur bei nahe gelegenen Punkten als eine Verringerung der absoluten Messung geltend, während für ferner gelegene Punkte die Unterscheidungsgrenze der Tiefendistanz an Feinheit zunimmt. Wenn wir uns über die Bodenfläche erheben, so nimmt zuerst der

Gesichtswinkel einer zunächst an unserm Standpunkt befindlichen Distanz an Grösse ab, während der Gesichtswinkel der gleichen Tiefendistanz in grösserer Ferne an Grösse zunimmt; es muss somit für jede Höhendifferenz eine bestimmte Grenze der Entfernung geben, für welche der Gesichtswinkel der gleiche geblieben ist, während er diesseits dieser Grenze ab- und jenseits derselben zugenommen hat. Diese Grenze liegt offenbar in derjenigen Entfernung, für welche der Quotient $\frac{\omega}{\omega'} = 1$ wird, sie rückt daher, wenn man h grösser und grösser nimmt, in immer grössere Ferne. Da dieselbe übrigens nur von unendlich kleiner Ausdehnung ist, so gelingt es natürlich nicht die Thatsache an einer reellen Tiefendistanz in aller Strenge nachzuweisen, auch treten in grössern Entfernungen die Unregelmässigkeiten des Terrains störend entgegen, dagegen kann man beim Ersteigen einer geringern Höhe, z. B. einer Leiter, wo jene Grenze in grösserer Nähe liegt, leicht einen Punkt finden, wo einer gegebenen Distanz vor und nach dem Ersteigen der Höhe annähernd der gleiche Gesichtswinkel entspricht. — Mit der Erhebung in grössere Höhen erweitert sich der wirkliche Umfang unseres Gesichtskreises, dabei bleibt aber, weil in dem Maasse als die Ferne unserm Auge zugänglicher wird dagegen die Nähe verschwindet, der scheinbare Umfang desselben und daher auch die scheinbare Entfernung des Horizontes so lange constant, als der äusserste Visirwinkel, d. h. derjenige unter welchem der Horizont uns erscheint, nicht merklich sich ändert, was erst in verhältnissmässig bedeutenden Höhen der Fall ist. Uebrigens erscheint uns der ebene Horizont meistens nicht ganz unter 90°, weil die fernsten Gegenstände ihrer Undeutlichkeit wegen nicht mehr gesehen werden, die Grenze desselben schwankt daher auch bedeutend je nach der Reinheit und Durchsichtigkeit der Atmosphäre. Sobald wir in so grosse Höhe gelangen, dass der äusserste Visirwinkel sich merklich verändert, so beginnt auch der scheinbare Umfang unseres Gesichtskreises sich zu verkleinern, und dies geschieht um so mehr, je höher wir uns erheben. — Da der Horizont, wenn nicht die Beschaffenheit des Terrains entgegensteht, uns nach allen Seiten hin immer gleich weit erscheint, so folgt von selber, dass unser Gesichtskreis nicht anders als kreisförmig sein kann, er ist dies aber in der gewöhnlichen Höhe, in der sich unser Auge über der Erdoberfläche befindet, ganz unabhängig von der Gestalt unserer Erde, und er wäre es auch dann, wenn diese etwa eine unbegrenzte Ebene sein würde; weil nun der Horizont uns als

Kreis erscheint, so halten wir auch den Himmel für eine Kugelschale, wie ja schliesslich alle unsere ursprünglichen astronomischen Vorstellungen weniger ihren Grund in den kosmischen Gegenständen haben, als in uns selber und in der Beschaffenheit unserer Wahrnehmung. —

Während wir mittelst der Augenbewegungen uns von der Tiefenausdehnung eine Anschauung bilden, gewinnen wir zugleich ein Urtheil über den Einfluss der Entfernung auf die scheinbare Grösse der Gegenstände. Der ausgebildete Sinn vermag desshalb bis zu einem gewissen Grade der Genauigkeit, aus der letztern allein Tiefendistanzen zu bestimmen, und diese Bestimmung wendet er theils in den Fällen an, wo die Beschaffenheit des Terrains die andere unmöglich macht, namentlich aber immer in grösseren Entfernungen, in denen wegen der raschen Abnahme des Gesichtswinkels für Tiefendistanzen alle Gegenstände nahezu wie in einer Fläche liegend erscheinen. Die zwei Hauptmomente, die bei der Perspektive in Betracht kommen, sind daher: erstens die Zunahme des Visirwinkels, unter dem die Fusspunkte der Gegenstände erscheinen, d. h. die scheinbare Ansteigung der ebenen Bodenfläche, und zweitens die Abnahme des Gesichtswinkels oder der scheinbaren Grösse der Gegenstände im Sehfeld; das erstere dieser Momente ist vorzugsweise in grösserer Nähe, das letztere in grösserer Ferne von Einfluss.

Chemische Notizen.

Von

Dr. W. Krause.

I.

An den Spiritus-Präparaten anatomischer Sammlungen kommen ausser den allgemein bekannten, weisslichen, weichen, amorphen Krümeln oder Körnern in selteneren Fällen auch hirsekorngrosse, härtliche, weissliche oder bräunliche Körner vor, die meist unter der oberflächlichsten Bindegewebsschicht der Organe gelagert, dann nur mit Mühe zu entfernen und wenn sie in grösserer Anzahl vorhanden sind, die Präparate sehr entstellen. Sie bestehen aus concentrisch angeordneten Haufen von mikroskopisch feinen, glänzenden Nadeln von mehr oder weniger reinem Tyrosin, wie, abgesehen von dem übrigen Verhalten, durch die Piria'sche Reaction leicht nachzuweisen ist, während in der alkoholischen Lösung, worin die Präparate aufbewahrt waren, sich meistens Leucin vorfindet. Staedeler und Frerichs[1]) haben diese Tyrosinkrystallisationen bereits an einem schlecht aufbewahrten Leberpräparate vom Hunde beobachtet und zugleich hervorgehoben, dass auch das von Chevallier und Lassaigne in der zwei Monate alten Leiche einer Frau aufgefundene sogenannte Xanthocystin nichts anderes, als unreines Tyrosin sei. In der anatomischen Sammlung zu Hannover finden sich jene Ausscheidungen an vier Präparaten: einem aus Leber und Magen, einem anderen aus Leber, Magen und Milz bestehenden, einem Nieren- und einem Muskel-Präparate von einem neugeborenen Kinde, die aus den Jahren 1853—1856 herstammen. An eine pathologische Entstehung ist bei diesem Vorkommen an den verschiedenartigsten, sichtlich normalen Organen in keiner Weise zu denken, viel-

[1]) Mittheilungen der naturf. Gesellschaft in Zürich. Bd. IV. p. 84. (Müller's Archiv 1856. p. 40).

mehr scheint eine unvollständige Verschliessung der Gläser und durch die allmälige Verdunstung des Alkohols bedingte, langsame Fäulniss die reichliche Bildung von Tyrosin veranlasst zu haben, womit es erklärlich würde, dass nur an so wenigen Präparaten unter einer grossen Sammlung sich dasselbe zeigte. Zugleich würde damit übereinstimmen, dass in analogen Präparaten, die absichtlich mit nur lose aufgelegtem Deckel aufbewahrt wurden, nach mehreren Monaten die allmälige Erzeugung von Tyrosinkrystallisationen direkt beobachtet werden konnte, während ein vorzugsweises Vorkommen in den Falten der Präparate, veranlasst durch unvollständige Benetzung mit Spiritus, wie es Staedeler beobachtet hat, in diesen Fällen nicht stattfand.

II.

Bei Gelegenheit dieser kleinen Mittheilung erwähne ich einer Ausstellung, die W. Kühne[1]) an der altbekannten, von Luton und mir wieder empfohlenen Zuckerprobe mittelst Chromsäure gemacht hat. Nur die Art des Angriffs nöthigt mich darauf einzugehen, da fast alle von Kühne hervorgehobenen Einwürfe gegen diese Methode bereits in meiner ersten Mittheilung betrachtet und gewürdigt worden sind. Es handelte sich hier — und W. Kühne scheint mich in dieser Beziehung gar nicht verstanden zu haben — nicht um die genaueste Probe, sondern um die einfachste, um eine so einfache, dass selbst derjenige praktische Arzt, der selten oder nie Reagentien anwendet, sich die Mühe nehmen könnte zu prüfen, ob nicht möglicherweise ein wegen irgend welcher, zweifelhafter Symptome in Behandlung gekommener Kranker nebenbei ein Diabetiker sei. Findet der Arzt mittelst der Chromsäure-Probe keinen Zucker, so kann er gewiss vollständig darüber beruhigt sein, Minima von Zucker vielleicht nicht entdeckt zu haben, und in der Natur der Sache liegt es, dass in den zahlreichsten Fällen die Vermuthung auf Diabetes sich nichtig erweisen muss. Wenn aber der geprüfte Harn die Chromsäure reducirt und zwar in dem Grade, dass sogleich die deutlich beschriebene, blaugrüne Färbung hervortritt, so kann man auf Diabetes schliessen. Mir ist es bei sehr häufig wiederholten Untersuchungen nicht vorgekommen, dass „sehr concentrirter“ Harn, der zuckerfrei gewesen sein soll, wie W. Kühne angiebt, die Reduction veranlasste. Indessen wäre ein hinlänglich genau constatirter positiver Befund hier

[1]) Diese Zeitschr. N. F. Bd. VIII. p. 139.

natürlich die noch so zahlreichen negativen überwiegend; es versteht sich aber von selbst, dass, wenn auf solche Weise ein gewiss oder höchst wahrscheinlich (falls Kühne's Angaben sich als richtig erweisen) diabetischer Harn gefunden ist, es dann auch dem praktischen Arzte nicht an Interesse und Musse fehlt, um in einem solchen, immer „interessanten" Falle die verschiedensten anderweitigen, qualitativen und quantitativen Bestimmungen vorzunehmen, resp. vornehmen zu lassen. Dass ohne hinreichende Vorsicht auch die Trommer'sche Probe, zumal wenn man, wie es gewöhnlich geschieht, die leicht zersetzbare Fehling'sche Lösung anwendet, zu grossen Irrthümern führen kann, geht wohl, abgesehen von allem Früheren, aus den neueren Streitigkeiten über das Vorkommen von Zucker im Harn säugender Frauen hervor. Staedeler und ich[1]) haben selbst eine Vorschrift gegeben, um wenigstens die aus der Zersetzung der Fehling'schen Lösung entspringenden Fehlerquellen zu beseitigen und es muss daher als überflüssig erscheinen, wenn W. Kühne die richtig angestellte Trommer'sche Probe gegen mich zu vertheidigen sucht.

---

[1]) Mittheilungen der naturf. Gesellschaft in Zürich. Bd. III. p. 478. (Im Auszuge: Jahresbericht von Liebig und Kopp 1854. p. 746).



Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

Druckfehler.

S. 265 Z. 7 v. u. st. nur l. nicht.


Fig. 1.
c
R.C
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
c



Fig. 1.

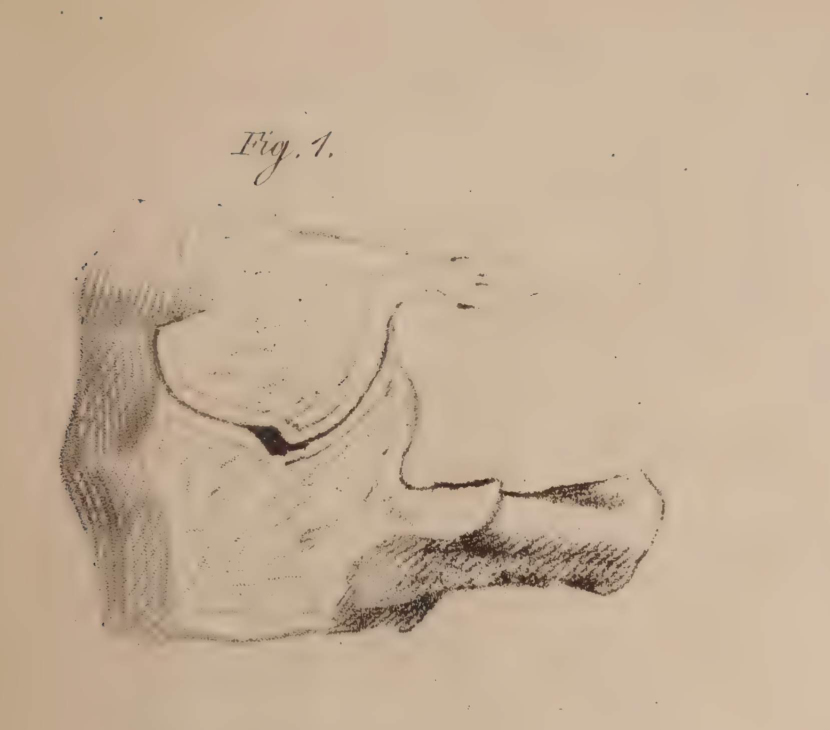


Fig. 2.



II. A.

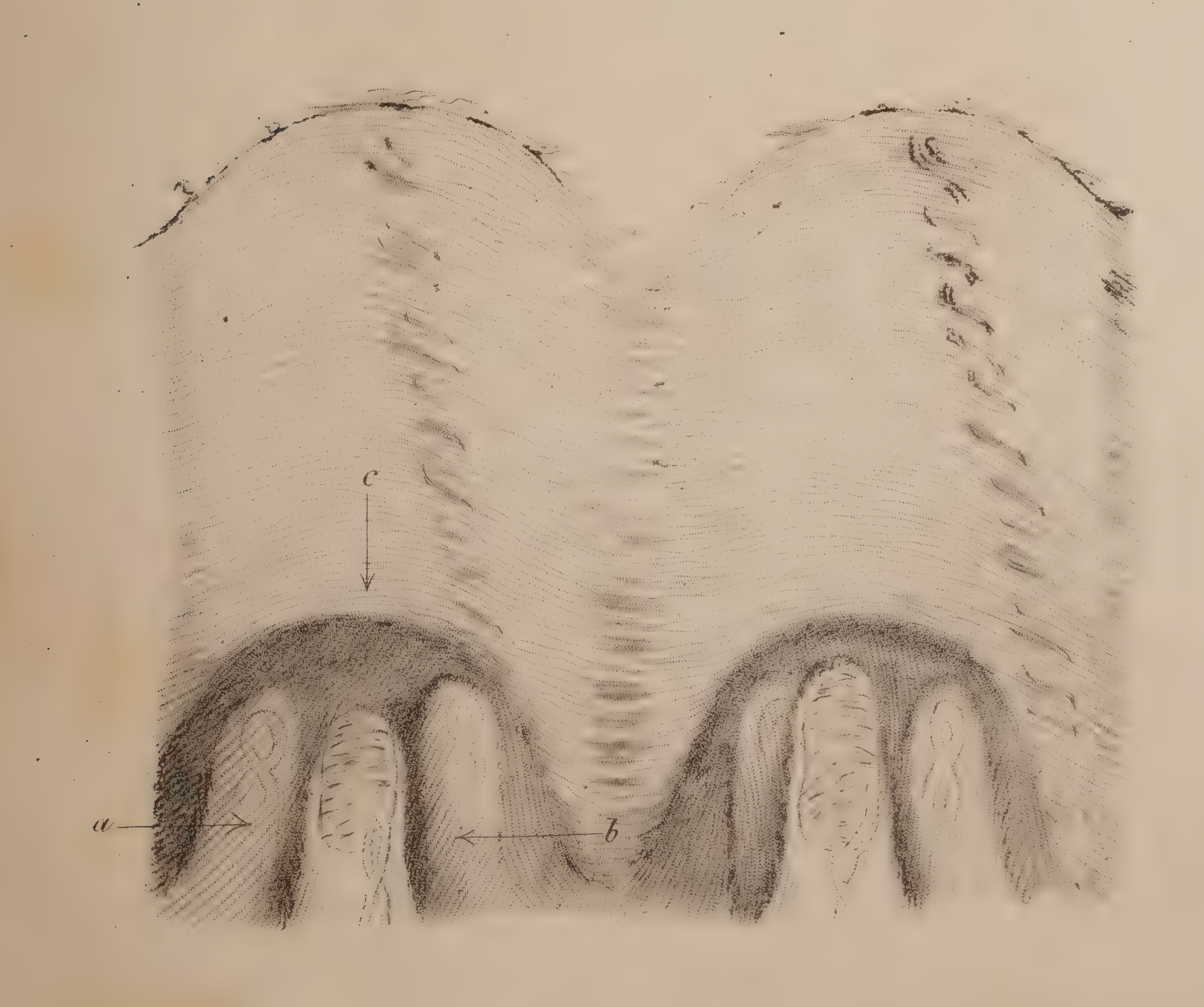
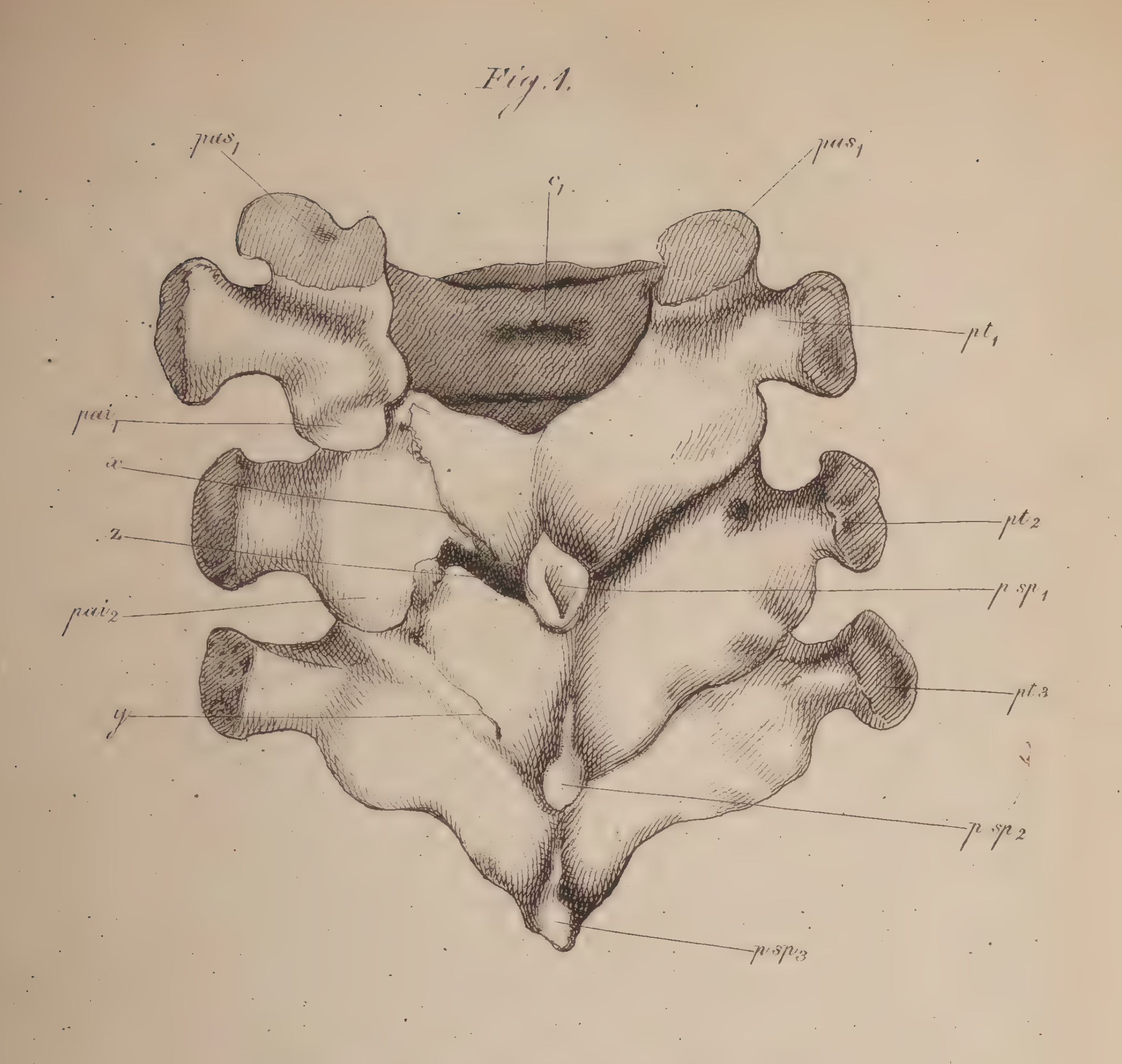




Fig. 1.



natürliche Grösse von der Spitze des einen Querfortsatzes zu der des andern gemessen

Fig. 2.

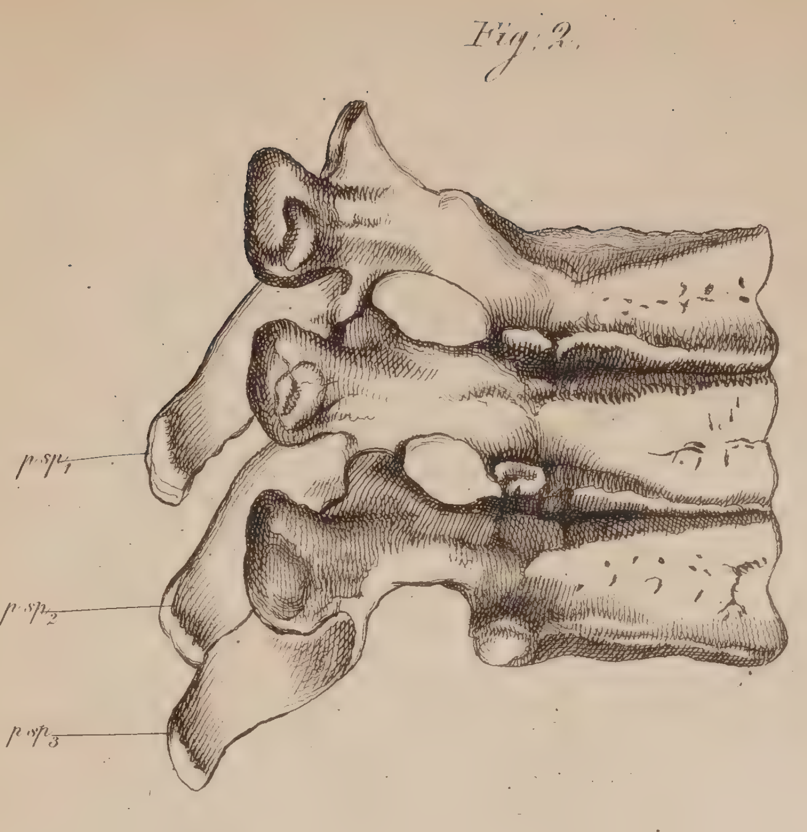


Fig. 3.

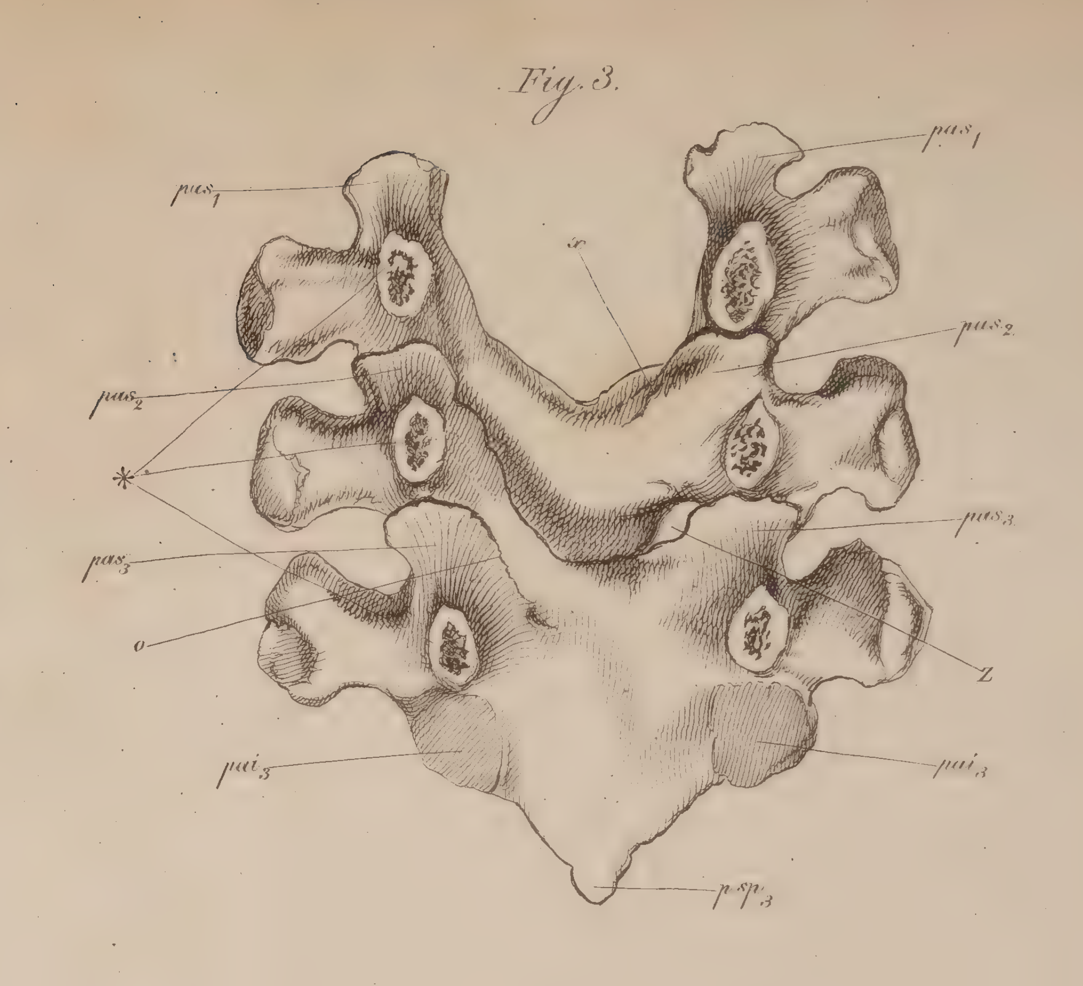


Fig. 4.



Fig. 5.

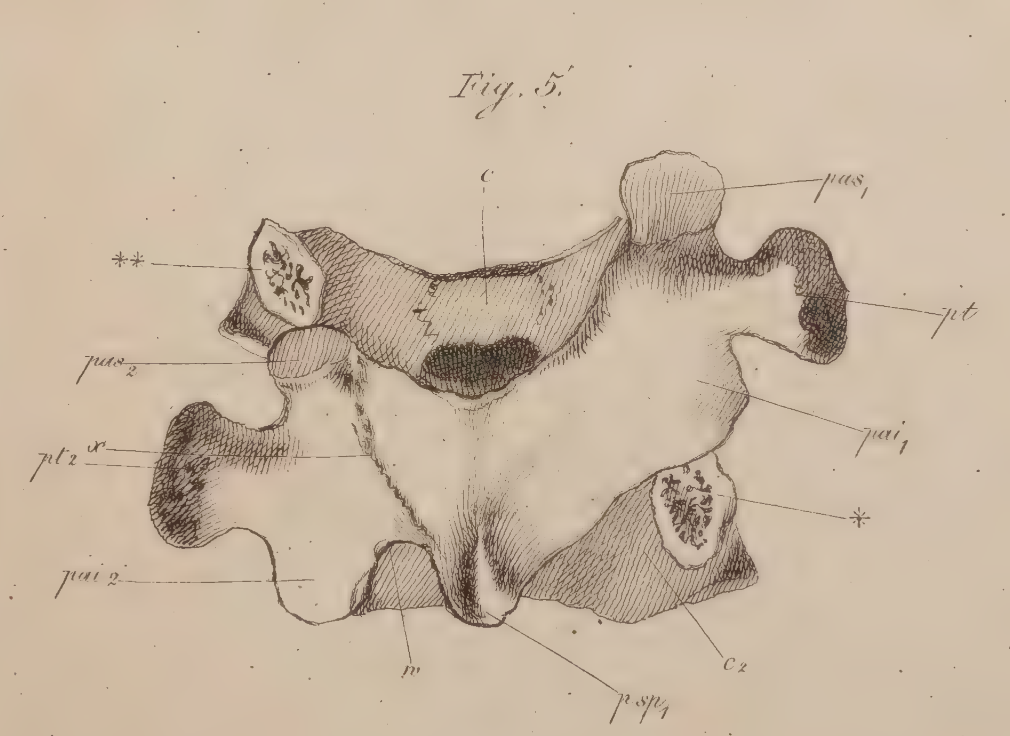
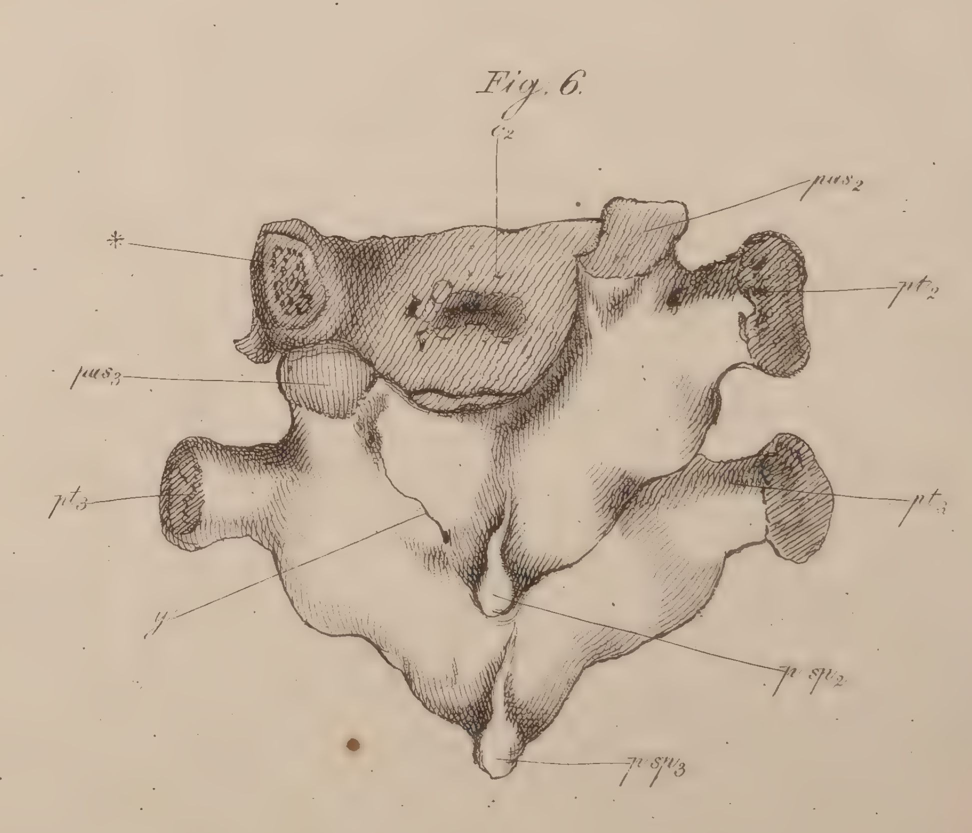
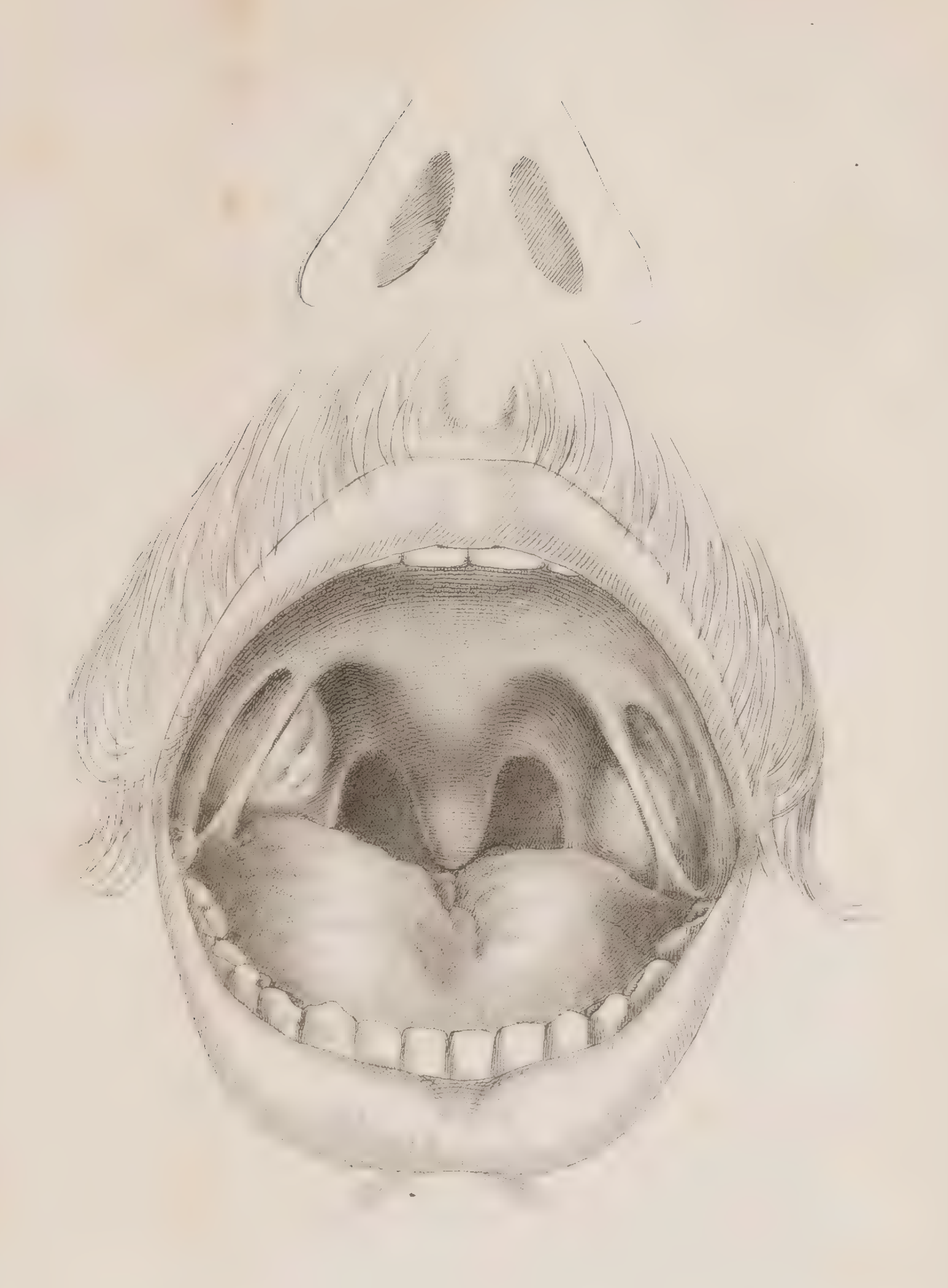


Fig. 6.









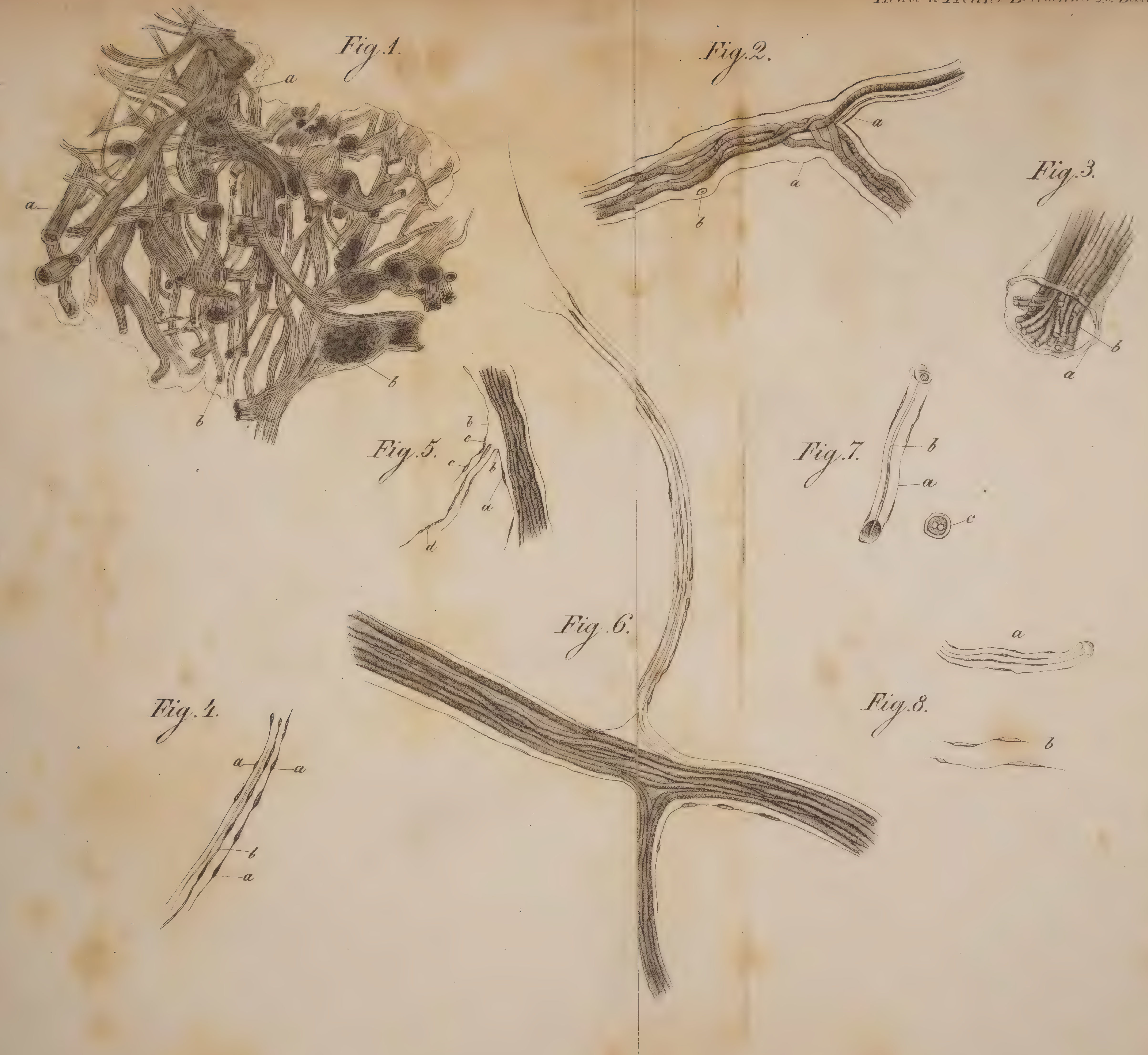
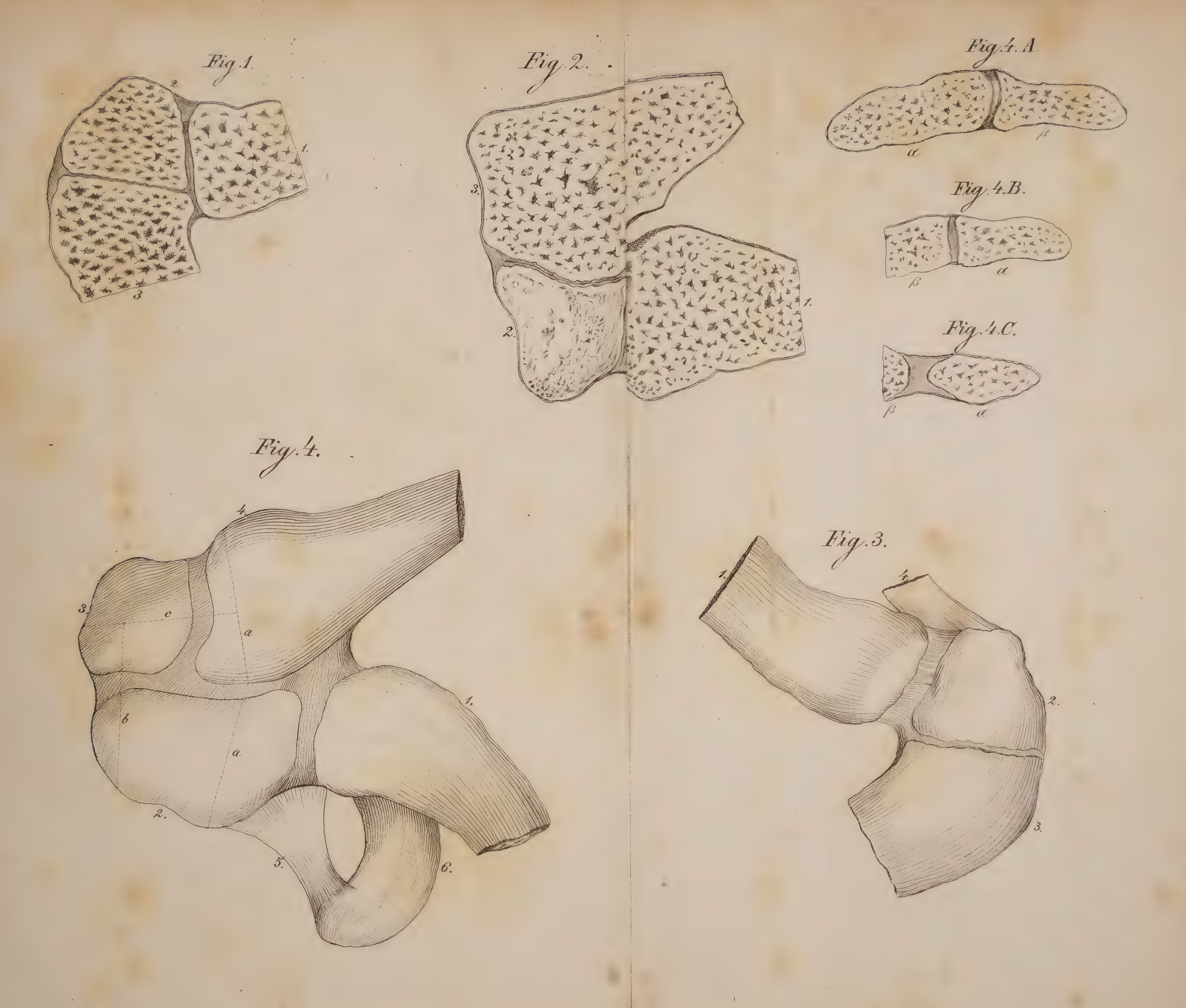


Fig. 1.
a
a
b
b
Fig. 2.
a
a
b
Fig. 3.
b
a
Fig. 5.
b
c
c
b
a
d
Fig. 7.
b
a
c
Fig. 6.
a
Fig. 8.
b
Fig. 4.
a
a
b
a




Fig. 1.
1.
2
3
Fig. 2.
1.
2.
3.
Fig. 4. A.
α
β
Fig. 4. B.
β
α
Fig. 4. C.
β
α
Fig. 4.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
a
a
b
c
Fig. 3.
1.
2.
3.
4.

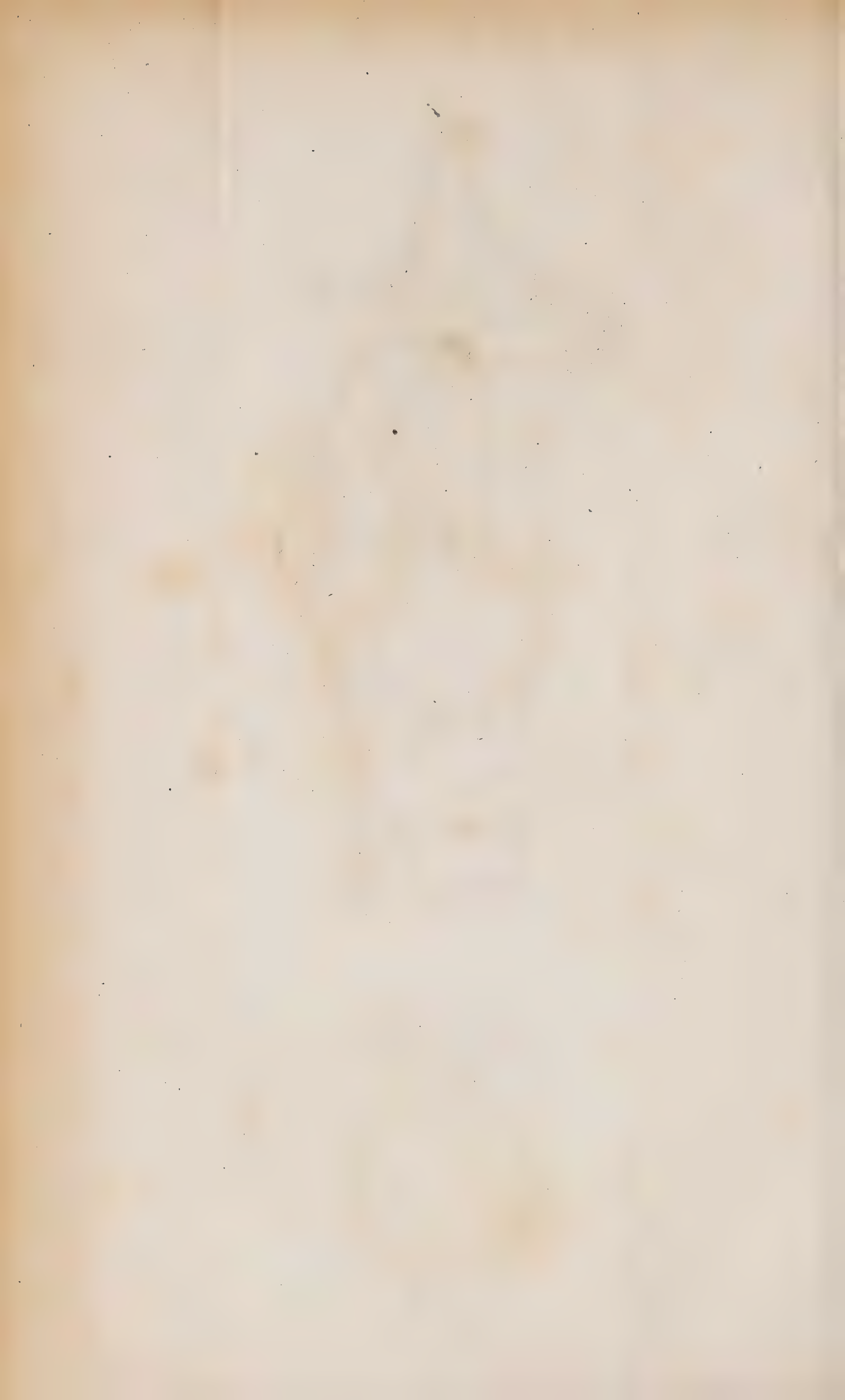
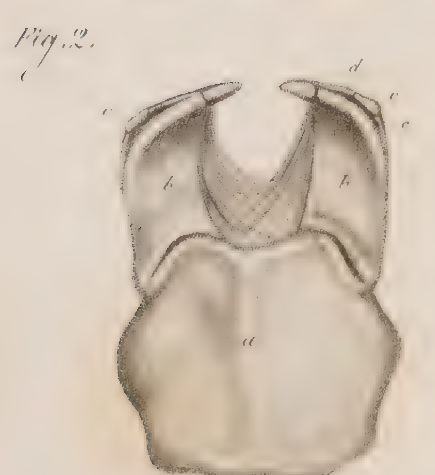


Fig. 1.



Fig. 2.




h
f
a
g'
e
c
b
d
g
k
l





pa

Pag. 43 – 48 gelesen d. 29. Novbr 61.



